

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

**Safety requirements for electrical equipment for measurement, control,
and laboratory use –
Part 1: General requirements**

**Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation
et de laboratoire –
Partie 1: Prescriptions générales**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2001 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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 1: General requirements**

**Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation
et de laboratoire –
Partie 1: Prescriptions générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XE

CONTENTS

	Page
FOREWORD	6
INTRODUCTION	8
Clause	
1 Scope and object	9
1.1 Scope	9
1.2 Object	10
1.3 Verification	10
1.4 Environmental conditions	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	13
3.1 Equipment and states of equipment	13
3.2 Parts and accessories	13
3.3 Electrical quantities	14
3.4 Tests	14
3.5 Safety terms	14
3.6 Insulation	16
4 Tests	17
4.1 General	17
4.2 Sequence of tests	18
4.3 Reference test conditions	18
4.4 Testing in SINGLE FAULT CONDITION	20
5 Marking and documentation	24
5.1 Marking	24
5.2 Warning markings	29
5.3 Durability of markings	29
5.4 Documentation	29
6 Protection against electric shock	32
6.1 General	32
6.2 Determination of ACCESSIBLE parts	32
6.3 Permissible limits for ACCESSIBLE parts	33
6.4 Protection in NORMAL CONDITION	37
6.5 Protection in SINGLE FAULT CONDITION	37
6.6 Connections to external circuits	41
6.7 CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES	43
6.8 Procedure for dielectric strength tests	51
6.9 Constructional requirements for protection against electric shock	54
6.10 Connection to MAINS supply source and connections between parts of equipment	55
6.11 Disconnection from supply source	58

Clause	Page
7 Protection against mechanical HAZARDS	60
7.1 General.....	60
7.2 Moving parts.....	60
7.3 Stability	61
7.4 Provisions for lifting and carrying	62
7.5 Wall mounting.....	62
7.6 Expelled parts.....	62
8 Mechanical resistance to shock and impact.....	63
8.1 ENCLOSURE rigidity test	63
8.2 Drop test.....	65
9 Protection against the spread of fire.....	66
9.1 Eliminating or reducing the sources of ignition within the equipment.....	68
9.2 Containment of fire within the equipment, should it occur.....	68
9.3 Limited-energy circuit.....	70
9.4 Requirements for equipment containing or using flammable liquids.....	71
9.5 Overcurrent protection	72
10 Equipment temperature limits and resistance to heat	73
10.1 Surface temperature limits for protection against burns.....	73
10.2 Temperatures of windings.....	73
10.3 Other temperature measurements.....	74
10.4 Conduct of temperature tests.....	74
10.5 Resistance to heat.....	75
11 Protection against HAZARDS from fluids.....	77
11.1 General.....	77
11.2 Cleaning.....	77
11.3 Spillage.....	77
11.4 Overflow.....	77
11.5 Battery electrolyte.....	78
11.6 Specially protected equipment	78
11.7 Fluid pressure and leakage.....	78
12 Protection against radiation, including laser sources, and against sonic and ultrasonic pressure	81
12.1 General.....	81
12.2 Equipment producing ionizing radiation.....	81
12.3 Ultraviolet (UV) radiation.....	81
12.4 Microwave radiation.....	82
12.5 Sonic and ultrasonic pressure.....	82
12.6 Laser sources.....	83
13 Protection against liberated gases, explosion and implosion	83
13.1 Poisonous and injurious gases.....	83
13.2 Explosion and implosion	83
14 Components	85
14.1 General.....	85
14.2 Motors	87
14.3 Overtemperature protection devices.....	87
14.4 Fuse holders.....	88
14.5 MAINS voltage selecting devices.....	88

Clause	Page
14.6 HIGH INTEGRITY components.....	88
14.7 MAINS transformers tested outside equipment.....	88
14.8 Printed circuit boards	88
14.9 Circuits or components used as transient overvoltage limiting devices	89
15 Protection by interlocks	90
15.1 General.....	90
15.2 Prevention of reactivating	90
15.3 Reliability	90
16 Test and measurement equipment.....	90
16.1 Current measuring circuits.....	90
16.2 Multifunction meters and similar equipment.....	91
Annex A (normative) Measuring circuits for ACCESSIBLE current.....	92
Annex B (normative) Standard test finger	95
Annex C (normative) Measurement of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES	97
Annex D (normative) Parts between which insulation requirements are specified	101
Annex E (normative) Reduction of POLLUTION degrees	105
Annex F (normative) ROUTINE TESTS	106
Annex G (informative) Leakage and rupture from fluids under pressure	108
Annex H (informative) Index of defined terms.....	114
Bibliography.....	115
Figure 1 – Maximum duration of short-term temporary ACCESSIBLE voltages in SINGLE FAULT CONDITION	35
Figure 2 – Charged capacitance level in NORMAL CONDITION and SINGLE FAULT CONDITION	36
Figure 3 – Detachable MAINS supply cords and connections	56
Figure 4 – Impact test using sphere	64
Figure 5 – Flow chart to explain the requirements for protection against the spread of fire..	67
Figure 6 – Baffle.....	69
Figure 7 – Area of the bottom of an ENCLOSURE to be constructed as specified in 9.2.1 b)1).....	70
Figure 8 – Ball-pressure test apparatus	76
Figure 9 – Ratio between hydraulic test pressure and RATED maximum working pressure ...	80
Figure 10 – Flow chart for conformity options 14.1 a), b), c) and d).....	86
Figure A.1 – Measuring circuit for a.c. with frequencies up to 1 MHz and for d.c.	92
Figure A.2 – Measuring circuits for a.c. with sinusoidal frequencies up to 100 Hz and for d.c.	93
Figure A.3 – Current measuring circuit for electrical burns	94
Figure A.4 – Current measuring circuit for wet contact	94

	Page
Figure B.1 – Rigid test finger (test probe 11 of IEC 61032)	95
Figure B.2 – Jointed test finger (test probe B of IEC 61032)	96
Figure C.1 – Examples of methods of measuring CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCES	100
Figures D.1 a) to D.1 d) – Protection between HAZARDOUS LIVE circuits and circuits not exceeding the values of 6.3.2 in NORMAL CONDITION and having external TERMINALS of ACCESSIBLE parts	102
Figures D.1 e) to D.1 h) – Protection between HAZARDOUS LIVE circuits and other circuits which do not exceed the values of 6.3.2 in NORMAL CONDITION and which have external TERMINALS	102
Figure D.2 a) and D.2 b) – Protection from a HAZARDOUS LIVE internal circuit for an ACCESSIBLE part which is not bonded to other ACCESSIBLE parts	103
Figure D.2 c) and D.2 d) – Protection from a HAZARDOUS LIVE primary circuit for ACCESSIBLE TERMINALS of a secondary circuit which does not exceed the values of 6.3.2 in NORMAL CONDITION	103
Figure D.3 – Protection of external ACCESSIBLE TERMINALS of two HAZARDOUS LIVE circuits ..	104
Figure G.1 – Conformity verification process	109
Table 1 – Symbols	26
Table 2 – Tightening torque for screw assemblies	39
Table 3 – Multiplication factors for CLEARANCE for altitudes up to 5 000 m	44
Table 4 – CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES for MAINS CIRCUITS	45
Table 5 – CLEARANCES for circuits derived from MAINS CIRCUITS	46
Table 6 – CLEARANCE values for the calculation of 6.7.3.2	48
Table 7 – CREEPAGE DISTANCES	48
Table 8 – CLEARANCES for measurement categories II, III and IV	50
Table 9 – Test voltages for BASIC INSULATION	53
Table 10 – Correction factors for test voltage according to test site altitude	54
Table 11 – Physical tests on power supply cords	57
Table 12 – Acceptable perforation of the bottom of an ENCLOSURE	69
Table 13 – Limits of maximum available current	71
Table 14 – Overcurrent protective device	71
Table 15 – Surface temperature limits in NORMAL CONDITION	73
Table 16 – Insulation material of windings	74
Table 17 – Impulse withstand voltages	89
Table 18 – Output impedance for impulse generators	89
Table E.1 – Reduction of the POLLUTION degree of internal environment through the use of additional protection	105
Table G.1 – Test pressures for equipment with pressures above 14 MPa	111

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 1: General requirements

FOREWORD

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

International Standard IEC 61010-1 has been prepared by IEC technical committee 66: Safety of measuring, control and laboratory equipment.

It has the status of a group safety publication, as specified in IEC Guide 104.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1990, amendment 1 (1992) and amendment 2 (1995). It constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
66/233/FDIS	66/244/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A to H 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: 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 this publication will remain unchanged until 2002. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigenda of May 2002 and April 2003 have been included in this copy.

Withd 2001
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:2001

INTRODUCTION

This part 1 specifies the safety requirements that are generally applicable to all equipment within its scope. For certain types of equipment, these requirements will be supplemented or modified by the special requirements of one, or more than one, particular part 2 of the standard which must be read in conjunction with the part 1 requirements.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:2001

Withdrawn

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

Part 1: General requirements

1 Scope and object

1.1 Scope

1.1.1 Equipment included in scope

This part of IEC 61010 specifies general safety requirements for electrical equipment intended for professional, industrial process, and educational use, any of which may incorporate computing devices, as defined in a) to d) below, when used under the environmental conditions of 1.4.

a) **Electrical test and measurement equipment**

This is equipment which by electrical means tests, measures, indicates or records one or more electrical or non-electrical quantities, also non-measuring equipment such as signal generators, measurement standards, power supplies, transducers, transmitters, etc.

NOTE All indicating and recording electrical measuring instruments (except those excluded in 1.1.2) fall within the scope of IEC 61010 unless they are panel meters designed only for building-in to other equipment. Built-in panel meters are considered to be components and only need to meet the relevant requirements of IEC 61010, or other standards, as part of the equipment into which they are built.

b) **Electrical control equipment**

This is equipment which controls one or more output quantities to specific values, with each value determined by manual setting, by local or remote programming, or by one or more input variables.

c) **Electrical laboratory equipment**

This is equipment which measures, indicates, monitors or analyses substances, or is used to prepare materials, and includes in vitro diagnostic (IVD) equipment

This equipment may also be used in areas other than laboratories, for example self-test IVD equipment may be used in the home.

d) **Accessories intended for use with the above (for example, sample handling equipment).**

1.1.2 Equipment excluded from scope

This standard does not apply to equipment within the scope of

- a) IEC 60065 (Safety requirements for audio, video and similar electronic apparatus);
- b) IEC 60204 (Controls for electrical machines);
- c) IEC 60335 (Safety of household and similar electrical appliances);
- d) IEC 60364 (Electrical installations of buildings);
- e) IEC 60439-1 (Low-voltage switchgear and controlgear assemblies);
- f) IEC 60521 (Class 0,5; 1 and 2 alternating current watt-hour meters);
- g) IEC 60601 (Medical electrical equipment);

- h) IEC 60950 (Safety of information technology equipment including electrical business equipment, except as specified in 1.1.3);
- i) IEC 61558 (Power transformers, power supply units and similar).

1.1.3 Computing equipment

This standard applies only to computers, processors, etc. which form part of equipment within the scope of this standard or are designed for use exclusively with the equipment.

NOTE Computing devices and similar equipment within the scope of IEC 60950 and conforming to its requirements are considered to be suitable for use with equipment within the scope of this standard. However, some of the requirements of IEC 60950 for resistance to moisture and liquids are less stringent than those in this standard. If HAZARDS from moisture or liquids could affect equipment that conforms to IEC 60950 and is used with equipment which conforms to this standard, the instructions for use should specify any additional precautions required.

1.2 Object

1.2.1 Aspects included in scope

The purpose of the requirements of this part 1 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 clause 6);
- b) mechanical HAZARDS (see clauses 7 and 8);
- c) excessive temperature (see clauses 9 and 10);
- d) spread of fire from the equipment (see clause 9);
- e) effects of fluids and fluid pressure (see clause 11);
- f) effects of radiation, including lasers sources, and sonic and ultrasonic pressure (see clause 12);
- g) liberated gases, explosion and implosion (see clause 13).

NOTE Attention is drawn to the existence of additional requirements which may be specified by national authorities responsible for the 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 equipment not related to safety;
- b) effectiveness of transport packaging;
- c) EMC requirements, which are covered by IEC 61326;
- d) protective measures for explosive atmospheres (see IEC 60079);
- e) servicing (repair);
- f) 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 by the use of warning labels, shields for hazardous voltage TERMINALS, segregation of low-voltage circuits from hazardous voltages, etc. More important, servicing personnel should be trained to recognize unexpected HAZARDS and to react accordingly.

1.3 Verification

This standard also specifies methods of verifying, through inspection and type testing, that the equipment meets the requirements of this standard.

NOTE Requirements for ROUTINE TESTS are given in annex F.

1.4 Environmental conditions

1.4.1 Normal environmental conditions

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

- a) indoor use;
- b) altitude up to 2 000 m;
- c) temperature 5 °C to 40 °C;
- d) maximum relative humidity 80 % for temperatures up to 31 °C decreasing linearly to 50 % relative humidity at 40 °C;
- e) MAINS supply voltage fluctuations up to ± 10 % of the nominal voltage;
- f) transient overvoltages typically present on the MAINS supply.

NOTE The normal level of transient overvoltages is impulse withstand (overvoltage) category II of IEC 60364-4-443.

- g) applicable RATED POLLUTION degree.

1.4.2 Extended environmental conditions

This standard applies to equipment designed to be safe not only in the environmental conditions specified in 1.4.1, but also in any of the following conditions for which the equipment is RATED by the manufacturer:

- a) outdoor use;
- b) altitude above 2 000 m;
- c) ambient temperatures below 5 °C or above 40 °C;
- d) relative humidity above the levels specified in 1.4.1;
- e) MAINS supply voltage fluctuations exceeding ± 10 % of the nominal voltage.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61010. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 61010 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60027, *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60060, *High-voltage test techniques*

IEC 60065, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

IEC 60085, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60227, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60245, *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60309, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes*

IEC 60335, *Safety of household and similar electrical appliances*

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

IEC 60651, *Sound level meters*

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

IEC 60707, *Flammability of solid non-metallic materials when exposed to flame sources – List of test methods*

IEC 60799, *Electrical accessories – Cord sets and interconnection cord sets*

IEC 60804, *Integrating-averaging sound level meters*

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide*

IEC 60947-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

ISO 306:1994, *Plastics – Thermoplastic materials – Determination of Vicat softening temperature (VST)*

ISO 3746, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

ISO 4126-1, *Safety valves – Part 1: General requirements*

ISO 9614-1, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points*

3 Terms and definitions

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

Unless otherwise specified, values of "voltage" and "current" are the r.m.s. values of an alternating, direct or composite voltage or current.

NOTE An index of defined terms is given in annex H.

3.1 Equipment and states of equipment

3.1.1

fixed equipment

equipment fastened to a support, or otherwise secured in a specific location [IEV 826-07-07]

3.1.2

PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT

equipment that is electrically connected to a supply by means of a permanent connection which can be detached only by the use of a TOOL

3.1.3

PORTABLE EQUIPMENT

equipment intended to be carried by hand

3.1.4

HAND-HELD EQUIPMENT

PORTABLE EQUIPMENT intended to be supported by one hand during NORMAL USE

3.1.5

TOOL

external device, including keys and coins, used to aid a person to perform a mechanical function

3.2 Parts and accessories

3.2.1

TERMINAL

a 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 therefore includes sockets, connectors, etc.

3.2.2

FUNCTIONAL EARTH TERMINAL

TERMINAL by which electrical connection is made direct to a point of a measuring or control circuit or to a screening part and which is intended to be earthed for any functional purpose other than safety

NOTE For measuring equipment, this TERMINAL is often termed measuring earth TERMINAL.

3.2.3

PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL

TERMINAL which is bonded to conductive parts of an equipment for safety purposes and is intended to be connected to an external protective earthing system

3.2.4

ENCLOSURE

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

3.2.5

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 9.2.1 b)).

3.3 Electrical quantities

3.3.1

RATED (value)

quantity value assigned, generally by a manufacturer, to a specified operating condition of a component, device or equipment [IEV 151-04-03]

3.3.2

RATING

set of RATED values and operating conditions [IEV 151-04-04]

3.3.3

WORKING VOLTAGE

highest r.m.s. value of the a.c. or d.c. voltage across any particular insulation which can occur when the equipment is supplied at RATED voltage

NOTE 1 Transients are disregarded.

NOTE 2 Both open-circuit conditions and normal operating conditions are taken into account.

3.4 Tests

3.4.1

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 [IEV 151-04-15, modified]

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

3.4.2

ROUTINE TEST

test to which each individual device (equipment) is subjected during or after manufacture to ascertain whether it conforms to certain criteria [IEV 151-04-16, modified] (See annex F)

3.5 Safety terms

3.5.1

ACCESSIBLE (of a part)

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

3.5.2

HAZARD

potential source of harm

3.5.3

HAZARDOUS LIVE

capable of rendering an electric shock or electric burn in NORMAL CONDITION or SINGLE FAULT CONDITION

NOTE 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.

3.5.4

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

3.5.5

MAINS

low-voltage electricity supply system (above the values of 6.3.2 a)) to which the equipment concerned is designed to be connected for the purpose of powering the equipment

NOTE Some measuring circuits may also be connected to the MAINS for measuring purposes.

3.5.6

MAINS CIRCUIT

circuit which is intended to be conductively connected to the MAINS for the purpose of powering the equipment

NOTE Measuring circuits and circuits that are inductively derived from MAINS CIRCUITS are not MAINS CIRCUITS.

3.5.7

PROTECTIVE IMPEDANCE

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

3.5.8

PROTECTIVE BONDING

electrical connection of ACCESSIBLE conductive parts or protective screening to provide electrical continuity to the means for connection of an external protective conductor

3.5.9

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.

3.5.10

NORMAL CONDITION

condition in which all means for protection against HAZARDS are intact

3.5.11

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

3.5.12

OPERATOR

person operating equipment for its intended purpose

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

3.5.13

RESPONSIBLE BODY

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

3.5.14

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

3.6 Insulation

3.6.1

BASIC INSULATION

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

NOTE BASIC INSULATION may serve also for functional purposes.

3.6.2

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

3.6.3

DOUBLE INSULATION

insulation comprising both BASIC INSULATION and SUPPLEMENTARY INSULATION

3.6.4

REINFORCED INSULATION

insulation which provides protection against electric shock not less than that provided by DOUBLE INSULATION. It may comprise several layers which cannot be tested singly as SUPPLEMENTARY INSULATION OF BASIC INSULATION

3.6.5

POLLUTION

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

3.6.6

POLLUTION degree

for the purpose of evaluating spacings, the following degrees of POLLUTION in the micro-environment are defined

3.6.6.1

POLLUTION DEGREE 1

no POLLUTION or only dry, non-conductive POLLUTION occurs. The POLLUTION has no influence

3.6.6.2

POLLUTION DEGREE 2

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

3.6.6.3

POLLUTION DEGREE 3

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

NOTE In such conditions, equipment is normally protected against exposure to direct sunlight, precipitation, and full wind pressure, but neither temperature nor humidity is controlled.

3.6.7

CLEARANCE

shortest distance in air between two conductive parts

3.6.8

CREEPAGE DISTANCE

shortest distance along the surface of the insulating material between two conductive parts [IEV 151-03-37]

4 Tests

4.1 General

Tests in this standard are TYPE TESTS to be carried out on samples of equipment or parts. Their only purpose is to check that the design and construction ensure conformity with this standard. In addition, manufacturers shall perform the ROUTINE TESTS of annex F on 100 % of equipment produced which has both HAZARDOUS LIVE parts and ACCESSIBLE conductive parts.

Tests on subassemblies of the equipment meeting the requirements of the relevant standards specified in this standard and used in accordance with them, need not be repeated during TYPE TESTS of the whole equipment.

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 equipment demonstrates conclusively that the equipment would pass the test. Tests are carried out under

- a) reference test conditions (see 4.3);
- b) fault conditions (see 4.4).

NOTE If when carrying out a conformity test, there is any uncertainty about the exact value of an 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.

4.2 Sequence of tests

The sequence of tests is optional unless otherwise specified in this standard. The equipment 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. If tests under fault conditions may be destructive, these tests 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 shall exist in the test location:

- a) a temperature of 15 °C to 35 °C;
- b) a relative humidity of not more than 75 %, but not exceeding the limits of 1.4.1 d);
- c) an air pressure of 75 kPa to 106 kPa;
- d) no hoar-frost, dew, percolating water, rain, solar radiation, etc.

4.3.2 State of equipment

Unless otherwise specified, each test shall be carried out on the equipment assembled for NORMAL USE and under the least favourable combination of the conditions given in 4.3.2.1 to 4.3.2.13.

If dimensions or mass make it unsuitable to carry out particular tests on a complete equipment, tests on sub-assemblies are allowed, provided it is verified that the assembled equipment will meet the requirements of this standard.

Equipment intended to be built into a wall, recess, cabinet, etc., shall be installed as specified in the manufacturer's instructions.

4.3.2.1 Position of equipment

The equipment shall be in any position of NORMAL USE and with any ventilation unimpeded.

4.3.2.2 Accessories

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

4.3.2.3 Covers and removable parts

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

4.3.2.4 MAINS supply

The following requirements apply.

- a) The supply voltage shall be between 90 % and 110 % of any RATED supply voltage for which the equipment can be set or, if the equipment is RATED for a greater fluctuation, at any supply voltage within the fluctuation range.
- b) The frequency shall be any RATED frequency.
- c) Equipment for both a.c. and d.c. shall be connected to an a.c. or d.c. supply.
- d) Equipment for d.c. or single-phase supply shall be connected both with normal and reverse polarity.
- e) Unless the equipment is specified for use only on a non-earthed MAINS supply, one pole of the reference test supply shall be at or near earth potential.
- f) If the means of connection permits reversal, battery-operated equipment shall be connected with both reverse and normal polarity.

4.3.2.5 Input and output voltages

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

4.3.2.6 Earth TERMINALS

PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINALS, if any, shall be connected to earth. FUNCTIONAL EARTH TERMINALS shall be connected or not connected to earth.

4.3.2.7 Controls

Controls which the OPERATOR can adjust by hand shall be set to any position except that

- a) MAINS selection devices shall be set to the correct value;
- b) combinations of settings shall not be made if they are prohibited by the manufacturer's marking on the equipment.

4.3.2.8 Connections

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

4.3.2.9 Load on motors

Load conditions of motor-driven parts of equipment shall be in accordance with the intended purpose.

4.3.2.10 Output

For equipment giving an electrical output:

- a) the equipment shall be operated in such a way as to provide the RATED output power to the RATED load;
- b) the RATED load impedance of any output shall be connected or not connected.

4.3.2.11 Duty cycle

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

4.3.2.12 Loading and filling

Equipment intended to be loaded with a specific material in NORMAL USE shall be loaded with the least favourable quantity of the materials specified in the instructions for use, including not loaded (empty) if the instructions for use permit this in NORMAL USE.

NOTE 1 In case of doubt, tests should be performed in more than one loading condition.

NOTE 2 If the specified material could cause a HAZARD during test, another material may be used provided that it can be shown that the result of the test is not affected.

4.3.2.13 Heating equipment

When measuring temperatures to evaluate the spread of fire, heating equipment shall be tested in a test corner as required by 10.4.1.

4.4 Testing in SINGLE FAULT CONDITION

4.4.1 General

The following requirements apply.

- a) Examination of the equipment and its circuit diagram will generally show the fault conditions which are liable to result in HAZARDS 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, or specified alternative methods of checking conformity are chosen in place of fault testing (see clause 9 b) and c)).
- c) The equipment 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 shall be recorded for each test.

4.4.2 Application of fault conditions

Fault conditions shall include those specified in 4.4.2.1 to 4.4.2.12. They shall be applied only one at a time and shall be applied in turn in any 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 equipment or part shall pass the applicable tests of 4.4.4.

4.4.2.1 PROTECTIVE IMPEDANCE

- a) If a PROTECTIVE IMPEDANCE is formed by a combination of components, each component shall be short-circuited or disconnected, whichever is less favourable.
- b) If a PROTECTIVE IMPEDANCE is formed by the combination of BASIC INSULATION and a current- or voltage-limiting device, both the BASIC INSULATION and the current- or voltage-limiting device shall be subjected to single faults, applied one at a time. BASIC INSULATION shall be bridged and the current- or voltage-limiting device shall be short-circuited or disconnected, whichever is less favourable.

Parts of PROTECTIVE IMPEDANCE which are HIGH-INTEGRITY components need not be short-circuited or disconnected (see 6.5.3 and 14.6).

4.4.2.2 Protective conductor

The protective conductor shall be interrupted, except for PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT or equipment utilizing a connector in accordance with IEC 60309.

4.4.2.3 Equipment or parts for short-term or intermittent operation

These shall be operated continuously if continuous operation could occur in a SINGLE FAULT CONDITION. Individual parts may include motors, relays, other electromagnetic devices and heaters.

4.4.2.4 Motors

Motors shall be stopped while fully energized or prevented from starting, whichever is less favourable.

4.4.2.5 Capacitors

Capacitors (except for self-healing capacitors) in the auxiliary winding circuits of motors shall be short-circuited.

4.4.2.6 MAINS transformers

The secondary windings of MAINS transformers shall be short-circuited as specified in 4.4.2.6.1, and overloaded as specified in 4.4.2.6.2.

A transformer damaged during one test may be repaired or replaced before the next test.

Tests for MAINS transformers tested as separate components are specified in 14.7.

4.4.2.6.1 Short circuit

Each untapped output winding, and each section of a tapped output winding, which is loaded in NORMAL USE, shall be tested in turn, one at a time, to simulate short circuits in the load. Overcurrent protection devices remain fitted during the test. All other windings are loaded or not loaded, whichever load condition of NORMAL USE is less favourable.

4.4.2.6.2 Overload

Each untapped output winding, and each section of tapped output winding, is overloaded in turn one at a time. The other windings are loaded or not loaded, whichever load condition of NORMAL USE is less favourable. If any overloads arise from testing in the fault conditions of 4.4, secondary windings shall be subjected to those overloads.

Overloading is carried out by connecting a variable resistor across the winding. The resistor is adjusted as quickly as possible and readjusted, if necessary, after 1 min to maintain the applicable overload. No further readjustments are then permitted.

If overcurrent protection is provided by a current-breaking device, the overload test current is the maximum current which the overcurrent protection device is just capable of passing for 1 h. Before the test, the device is replaced by a link with negligible impedance. If this value cannot be derived from the specification, it is to be established by test.

For equipment in which the output voltage is designed to collapse when a specified overload current is reached, the overload is slowly increased to a point just before the point which causes the output voltage to collapse.

In all other cases, the loading is the maximum power output obtainable from the transformer.

Transformers with overtemperature protection which meets the requirements of 14.3 during the short-circuit test of 4.4.2.6.1 need not be subjected to overload tests.

4.4.2.7 Outputs

Outputs shall be short-circuited one at a time.

4.4.2.8 Equipment for more than one supply

Equipment which is designed to be operated from more than one type of supply shall be simultaneously connected to these supplies, unless this is prevented by the construction.

4.4.2.9 Cooling

Equipment cooling shall be restricted as follows, one fault at a time:

- a) air-holes with filters shall be closed;
- b) forced cooling by motor-driven fans shall be stopped;
- c) cooling by circulation of water or other coolant shall be stopped.

4.4.2.10 Heating devices

In equipment incorporating heating devices, the following faults shall be applied one at a time:

- a) timers which limit the heating period shall be overridden to energize the heating circuit continuously;
- b) temperature controllers, except for overtemperature protection devices meeting the requirements of 14.3, shall be overridden to energize the heating circuit continuously;
- c) loss of cooling liquid shall be simulated.

4.4.2.11 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 clause 9 a) and b) for alternative methods of checking protection against spread of fire.

4.4.2.12 Interlocks

Each part of an interlock system for the protection of OPERATORS shall be short-circuited or open-circuited in turn if the system prevents access to HAZARDS when a cover, etc. is removed without the use of a TOOL.

HIGH INTEGRITY components of interlock systems (see 14.6 and 15.3) need not be short-circuited or open-circuited.

4.4.3 Duration of tests

4.4.3.1 The equipment shall be operated until further change as a result of the applied fault is unlikely. Each test is normally limited to 1 h since a secondary fault arising from a SINGLE FAULT CONDITION will usually manifest itself within that time. If 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, unless a HAZARD occurs before then.

4.4.3.2 Where a device which interrupts or limits the current during operation is included to limit the temperature of parts which can easily be touched, the maximum temperature attained by the equipment shall be measured, whether the device operates or not.

4.4.3.3 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 equipment shall be operated for a period corresponding to the maximum fusing time or continuously for the duration specified in 4.4.3.1.

4.4.4 Conformity after application of fault conditions

4.4.4.1 *Conformity with requirements for protection against electric shock 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;*
- 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 6.8 (without conformity preconditioning) with the test voltage for BASIC INSULATION.*
- c) *by measuring the temperature of transformer windings if the protection against electrical HAZARDS is achieved by DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION within the transformer. The temperatures of table 16 shall not be exceeded.*

4.4.4.2 *Conformity with requirements for temperature protection is checked by determining the temperature of the outer surface of the ENCLOSURE and of parts which can easily be touched.*

Except for heated surfaces of heating equipment, the temperature of these parts shall not exceed 105 °C at an ambient temperature of 40 °C or the maximum RATED ambient temperature if higher.

This temperature is determined by measuring the temperature rise of the surface or part and adding it to 40 °C or the maximum RATED ambient temperature if higher.

4.4.4.3 *Conformity with requirements for protection against the spread of fire is checked by placing the equipment on white tissue-paper covering a softwood surface and covering the equipment with cheesecloth. No molten metal, burning insulation, flaming particles, etc. shall fall on the surface on which the equipment stands and there shall be no charring, glowing, or flaming of the tissue paper or cheesecloth. Melting of insulation material shall be ignored if no HAZARD could arise.*

4.4.4.4 *Conformity with requirements for protection against other HAZARDS is checked as specified in clauses 7 and 8, and 11 to 16.*

5 Marking and documentation

5.1 Marking

5.1.1 General

Equipment shall bear markings as specified in 5.1.2 to 5.2. Except for marking of internal parts, these markings shall be visible from the exterior, or be visible after removing a cover or opening a door without the aid of a TOOL, if the cover or door is intended to be removed or opened by an OPERATOR. Markings applying to the equipment as a whole shall not be put on parts which can be removed by an OPERATOR without the use of a TOOL.

For rack- or panel-mounted equipment, markings are permitted to be on a surface that becomes visible after removal of the equipment from the rack or panel.

Letter symbols for quantities and units shall be in accordance with IEC 60027. Graphic symbols shall be in accordance with table 1 if applicable. There are no colour requirements for symbols. Graphic symbols shall be explained in the documentation.

NOTE 1 IEC or ISO symbols should be used if available.

NOTE 2 Markings should not be on the bottom of the equipment, except on HAND-HELD EQUIPMENT or where space is limited.

Conformity is checked by inspection.

5.1.2 Identification

The equipment shall, as a minimum, be marked with

- a) the name or trade mark of the manufacturer or supplier;
- b) a model number, name or other means to identify the equipment. If equipment bearing the same distinctive designation (model number) is manufactured at more than one location, equipment from each manufacturing location shall be marked so that the location can be identified.

NOTE The marking of factory location may be in code and need not be on the equipment exterior.

Conformity is checked by inspection.

5.1.3 MAINS supply

The equipment shall be marked with the following information:

a) nature of supply:

- 1) a.c.: RATED MAINS frequency or range of frequencies;
- 2) d.c.: symbol 1 of table 1;

NOTE 1 For information purposes it may be useful to mark

- equipment intended for a.c. with symbol 2 of table 1;
- equipment suitable for both a.c. and d.c. with symbol 3 of table 1;
- equipment for three-phase supply with symbol 4 of table 1.

b) the RATED value(s) of the supply voltage(s) or the RATED range of the supply voltages;

NOTE 2 RATED voltage fluctuations may also be marked.

- c) the maximum RATED power in watts (active power) or volt-amperes (apparent power), or the maximum RATED input current, with all accessories or plug-in modules connected. If the equipment can be used on more than one voltage range, separate values shall be marked for each voltage range unless the maximum and minimum values do not differ by more than 20 % of the mean value;
- d) equipment which the OPERATOR can set for different RATED supply voltages shall be provided with means for the indication of the voltage for which the equipment is set. For PORTABLE EQUIPMENT the indication shall be visible from the exterior. If the equipment is so constructed that the supply voltage setting can be altered without the use of a TOOL, the action of changing the setting shall also change the indication;
- e) accessory MAINS socket-outlets accepting standard MAINS plugs shall be marked with the voltage if it is different from the MAINS supply voltage. If the outlet is for use only with specific equipment, it shall be marked to identify the equipment for which it is intended. If not, the maximum RATED current or power shall be marked, or symbol 14 of table 1 placed beside the outlet with the full details included in the documentation.

Conformity is checked by inspection and by measurement of power or input current to check the marking of 5.1.3 c). The measurement is made after the current has reached a stationary stage (usually after 1 min) so as to exclude any initial inrush current. The equipment shall be in the condition of maximum power consumption. Transients are ignored. The measured value shall not exceed the marked value by more than 10 %.

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 – 5019	PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL
7		IEC 60417 – 5020	Frame or chassis TERMINAL
8		IEC 60417 – 5021	Equipotentiality
9		IEC 60417 – 5007	On (Supply)
10		IEC 60417 – 5008	Off (Supply)
11		IEC 60417 – 5172	Equipment protected throughout by DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION
12			Caution, risk of electric shock
13		IEC 60417 – 5041	Caution, hot surface
14		ISO 7000 – 0434	Caution, risk of danger (See note.)
15		IEC 60417 – 5268	In position of a bi-stable push control
16		IEC 60417 – 5269	Out position of a bi-stable push control
NOTE See 5.4.1 which requires manufacturers to state that documentation must be consulted in all cases where this symbol is marked.			

5.1.4 Fuses

For any fuse which may be replaced by an OPERATOR, there shall be a marking beside the fuseholder, which will enable the OPERATOR to identify the correct replacement fuse (see 5.4.5).

Conformity is checked by inspection.

5.1.5 TERMINALS, connections and operating devices

If necessary for safety, an indication shall be given of the purpose of TERMINALS, connectors, controls, and indicators, including any connections for fluids such as gas, water and drainage. Where there is insufficient space, symbol 14 of table 1 may be used.

NOTE 1 For additional information, see IEC 60445 and IEC 60447.

NOTE 2 Individual pins of multi-pin connectors need not be marked.

5.1.5.1 TERMINALS

TERMINALS for connection to the MAINS supply shall be identifiable.

The following TERMINALS shall be marked as follows:

- a) FUNCTIONAL EARTH TERMINALS with symbol 5 of table 1;
- b) PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINALS with symbol 6 of table 1, except when the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL is part of an approved MAINS appliance inlet. The symbol shall be placed close to, or on, the TERMINAL;
- c) TERMINALS of measuring and control circuits which are permitted by 6.6.3 to be connected to ACCESSIBLE conductive parts with symbol 7 of table 1 if this connection is not self-evident;

NOTE This symbol may also be considered as a warning symbol in that it indicates that a HAZARDOUS LIVE voltage must not be connected to the TERMINAL. The symbol should also be used if it is likely that the OPERATOR could make such a connection inadvertently.
- d) TERMINALS supplied from the interior of the equipment and which are HAZARDOUS LIVE, with the voltage, current, charge or energy value or range, or with symbol 14 of table 1. This requirement does not apply to MAINS supply outlets where a standard MAINS socket outlet is used;
- e) ACCESSIBLE FUNCTIONAL EARTH TERMINALS connected to ACCESSIBLE conductive parts, with an indication that this is the case, unless it is self-evident. Symbol 8 of table 1 is acceptable for this marking.

Conformity is checked by inspection.

5.1.5.2 Measuring circuit TERMINALS

Unless a clear indication (see note below) is provided on a measuring instrument that voltage and current measuring circuit TERMINALS are not intended to be connected to voltages to earth above 50 V a.c. or 120 V d.c., the TERMINALS shall be marked as follows.

- a) Measuring circuit TERMINALS for measurements within measurement category I (see 6.7.4) shall be marked with the RATED voltage or current as applicable and with symbol 14 of table 1 (see also 5.4.1 f) and g)).
- b) Measuring circuit TERMINALS for measurements within measurement categories II, III and IV (see 6.7.4) shall be marked with the RATED voltage or current as applicable and the relevant measurement category. The measurement category markings shall be "CAT II", "CAT III" or "CAT IV" as applicable.

NOTE Examples of acceptable indications that the inputs in all cases are intended to be less than 50 V a.c. or 120 V d.c. to earth include

- a) the full-scale deflection marking of a single-range indicating voltmeter or maximum marking of a multi-range voltmeter;
- b) the maximum range marking of a voltage selector switch;
- c) the marked intended function of the instrument (for example, millivoltmeter).

Voltage and current measuring circuit TERMINALS that are permanently connected and not ACCESSIBLE need not be marked (see 5.4.3 i)). The measurement category and the RATED maximum WORKING VOLTAGE or RATED maximum current for such TERMINALS shall be stated in the equipment installation instructions (see 5.4.3).

An exception is also permitted for circuit TERMINALS (connectors) which are dedicated only for connection to specific TERMINALS of other equipment, provided that there is a means for identifying these TERMINALS.

Markings shall be placed adjacent to the TERMINALS. However, if there is insufficient space (as in multi-input equipment), it is permissible for the marking to be on the RATING plate or scale plate, or for the TERMINAL to be marked with symbol 14 of table 1.

Conformity is checked by inspection.

5.1.6 Switches and circuit-breakers

If the power supply switch or circuit-breaker is used as the disconnecting device, the on-position or the off-position shall be clearly marked. Symbols 9 and 10 of table 1 can, in some cases, also be suitable as the device identification (see 6.11.2.5). A lamp alone is not considered to be a satisfactory marking. Symbols 9 and 10 shall not be used for switches other than the power supply switch.

If a push-button switch is used as the power supply switch, symbols 9 and 15 of table 1 may be used to indicate the on-position, or symbols 10 and 16 to indicate the off-position, with the pair of symbols (9 and 15, or 10 and 16) close together.

Conformity is checked by inspection.

5.1.7 Equipment protected by DOUBLE INSULATION OR REINFORCED INSULATION

Equipment protected throughout by DOUBLE INSULATION OR REINFORCED INSULATION shall be marked with symbol 11 of table 1 unless it is provided with a PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL.

Equipment which is only partially protected by DOUBLE INSULATION OR REINFORCED INSULATION shall not bear symbol 11 of table 1.

Conformity is checked by inspection.

5.1.8 Field-wiring TERMINAL boxes

If the temperature of the TERMINALS or the ENCLOSURE of a field-wiring TERMINAL box or compartment exceeds 60 °C in NORMAL CONDITION at an ambient temperature of 40 °C, or the maximum RATED ambient temperature if higher, there shall be a marking of the minimum temperature RATING of the cable to be connected to the TERMINALS. The marking shall be visible before and during connection, or be beside the TERMINALS.

Conformity, in case of doubt, is checked by measurement as specified in 10.3 a) and, if applicable, by inspection of markings.

5.2 Warning markings

Warning markings shall be visible when the equipment is ready for NORMAL USE. If a warning applies to a particular part of the equipment, the marking shall be placed on, or near to, this part.

The size of warning markings shall be as follows.

- a) Symbols shall be at least 2,75 mm high. Text shall be at least 1,5 mm high and contrast in colour with the background.
- b) Symbols or text moulded, stamped or engraved in a material shall be at least 2,0 mm high. If not contrasting in colour, they shall have a depth or raised height of at least 0,5 mm.

If it is necessary for the RESPONSIBLE BODY or OPERATOR to refer to the instruction manual to preserve the protection afforded by the equipment, the equipment shall be marked with symbol 14 of table 1. Symbol 14 is not required to be used with symbols which are explained in the manual.

If the instructions for use state that an OPERATOR is permitted to gain access, using a TOOL, to a part which in NORMAL USE may be HAZARDOUS LIVE, there shall be a warning marking which states that the equipment must be isolated or disconnected from the HAZARDOUS LIVE voltage before access.

Warning markings are specified in 5.1.5.1 c), 6.1.2 b), 6.5.1.2 g), 6.6.2, 7.2 c), 7.3, 10.1, 13.2.2.

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 equipment. 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

Equipment shall be accompanied by documentation for safety purposes as follows:

- a) intended use of the equipment;
- b) technical specification;
- c) instructions for use;
- d) name and address of manufacturer or supplier from whom technical assistance may be obtained;
- e) the information specified in 5.4.2 to 5.4.5;
- f) definition of the relevant measurement category if marking of TERMINALS is required on the equipment (see 5.1.5.2);

- g) for equipment marked with measurement category I, a warning shall be given not to use the equipment for measurements within measurement categories II, III and IV, and a detailed RATING including the RATED transient overvoltages is given in the documentation.

If applicable, warning statements and a clear explanation of warning symbols marked on the equipment shall be provided in the documentation or shall be durably and legibly marked on the equipment. In particular, there shall be a statement that documentation needs to be consulted in all cases where symbol 14 of table 1 is used, in order to find out the nature of the potential HAZARD and any actions which have to be taken.

NOTE If NORMAL USE involves the handling of hazardous substances, instruction should be given on correct use and safety provisions. If any hazardous substance is specified or supplied by the equipment manufacturer, the necessary information on its constituents and the correct disposal procedure should also be given.

Conformity is checked by inspection.

5.4.2 Equipment RATINGS

Documentation shall include the following:

- a) the supply voltage or voltage range, frequency or frequency range, and power or current RATING;
- b) a description of all input and output connections;
- c) the RATING of the insulation of external circuits, appropriate for SINGLE FAULT CONDITIONS, if such circuits are nowhere ACCESSIBLE (see 6.6.2);
- d) a statement of the range of environmental conditions for which the equipment is designed (see 1.4);
- e) a statement of the degree of protection, if the equipment is RATED according to IEC 60529.

Conformity is checked by inspection.

5.4.3 Equipment installation

The documentation shall include installation and specific commissioning instructions (examples are listed below) and, if necessary for safety, warnings against HAZARDS which could arise during installation or commissioning of the equipment:

- a) assembly, location and mounting requirements;
- b) instructions for protective earthing;
- c) connections to the supply;
- d) for PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT:
 - 1) supply wiring requirements;
 - 2) requirements for any external switch or circuit-breaker (see 6.11.2.1) and external overcurrent protection devices (see 9.5.1) and a recommendation that the switch or circuit-breaker be near the equipment;
- e) ventilation requirements;
- f) requirements for special services, for example, air, cooling liquid;
- g) the maximum sound power level produced by equipment which emits sound, if measurement is required by 12.5.1;
- h) instructions relating to sound pressure level (see 12.5.1);

- i) for voltage- and current-measuring circuit TERMINALS that are permanently connected and not ACCESSIBLE, information regarding the measurement category, RATED maximum WORKING VOLTAGE or RATED maximum current (see 5.1.5.2).

Conformity is checked by inspection.

5.4.4 Equipment operation

Instructions for use shall include, if applicable:

- a) identification of operating controls and their use in all operating modes;
- b) an instruction not to position the equipment so that it is difficult to operate the disconnecting device;
- c) instructions for interconnection to accessories and other equipment, including indication of suitable accessories, detachable parts and any special materials;
- d) specification of limits for intermittent operation;
- e) an explanation of symbols related to safety which are used on the equipment;
- f) instructions for replacement of consumable materials;
- g) instructions for cleaning and decontamination;
- h) a statement listing any potentially poisonous or injurious gases that can be liberated from the equipment, and possible quantities;
- i) detailed instructions about risk-reduction procedures relating to flammable liquids (see 9.4 c)).

There shall be a statement in the instructions that, if the equipment is used in a manner not specified by the manufacturer, the protection provided by the equipment may be impaired.

Conformity is checked by inspection.

5.4.5 Equipment maintenance

Instructions for the RESPONSIBLE BODY concerning preventive maintenance and inspection necessary for safety shall be given in sufficient detail. These shall include the inspection and replacement, if necessary, of any hoses or other parts containing liquids, if their failure could cause a HAZARD (See 11.7).

NOTE Instructions should advise the RESPONSIBLE BODY of any tests necessary to check that equipment is still in a safe condition. They should also warn against the repetition of any tests of this standard which could damage the equipment and reduce protection against HAZARDS.

For equipment using replaceable batteries, the specific battery type shall be stated.

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 replaceable fuses shall be stated.

Conformity is checked by inspection.

6 Protection against electric shock

6.1 General

6.1.1 Requirements

Protection against electric shock shall be maintained in NORMAL CONDITION (see 6.4) and SINGLE FAULT CONDITION (see 6.5). ACCESSIBLE parts of equipment shall not be HAZARDOUS LIVE (see 6.3).

Conformity is checked by the determination of ACCESSIBLE parts as specified in 6.2 and the measurements of the levels of 6.3, followed by the tests of 6.4 to 6.11.

6.1.2 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 of lamps and lamp sockets after lamp removal;
- b) parts intended to be replaced by the OPERATOR (for example, batteries) and which may be HAZARDOUS LIVE during the replacement or other OPERATOR action, but only if they are ACCESSIBLE only by means of a TOOL and have a warning marking (see 5.2);
- c) locking and screw-held type measuring TERMINALS, including TERMINALS which do not require the use of a TOOL.

If any of the parts in a) and b) receive a charge from an internal capacitor, they shall not be HAZARDOUS LIVE 10 s after interruption of the supply.

If a charge is received from an internal capacitor, conformity is checked by the measurements of 6.3 to establish that the levels of 6.3.1 c) are not exceeded.

6.2 Determination of ACCESSIBLE parts

Unless obvious, determination of whether a part is ACCESSIBLE shall be made as specified in 6.2.1 to 6.2.3. Test fingers (see 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 could be touched in the absence of a covering which is not considered to provide suitable insulation (see 6.9.1). For HAZARDOUS LIVE parts at a voltage to earth exceeding 1 kV r.m.s. or 1,5 kV d.c., a part is considered to be ACCESSIBLE if the test finger or pin reaches a point nearer to the HAZARDOUS LIVE part than the applicable CLEARANCE for BASIC INSULATION for the WORKING VOLTAGE.

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 to 6.2.3. Examples include:

- a) removing covers;
- b) opening doors;
- c) adjusting controls;
- d) replacing consumable material;
- e) removing parts.

For rack- or panel-mounted equipment, the equipment is installed as specified in the manufacturer's instructions before making the examinations of 6.2.1 to 6.2.3. For such equipment, the OPERATOR is assumed to be in front of the panel.

6.2.1 Examination

The jointed test finger (see figure B.2) is applied in every possible position. If a part could become ACCESSIBLE by applying a force, the rigid test finger (see figure B.1) is applied with a force of 10 N. 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, including the bottom. However, on equipment accepting plug-in modules the tip of the jointed test finger is inserted only to a depth of 180 mm from the opening in the equipment.

6.2.2 Openings above parts that are HAZARDOUS LIVE

A metal test pin 100 mm long and 4 mm in diameter is inserted in any openings above parts which are HAZARDOUS LIVE. The test pin is suspended freely and allowed to penetrate up to 100 mm. The additional safety measures of 6.5 for protection in SINGLE FAULT CONDITION are not required solely because a part is ACCESSIBLE by this test only.

This test is not applied to TERMINALS.

6.2.3 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 shall not exceed three times the distance from the ENCLOSURE surface to the control shaft or 100 mm, whichever is smaller.

6.3 Permissible limits for ACCESSIBLE parts

The voltage, current, charge or energy between an ACCESSIBLE part and reference test earth, or between any two ACCESSIBLE parts on the same piece of equipment within a distance of 1,8 m (over a surface or through air), shall not exceed the values of 6.3.1 in NORMAL CONDITION nor of 6.3.2 in SINGLE FAULT CONDITION.

6.3.1 Values in NORMAL CONDITION

Values above the following levels in NORMAL CONDITION are deemed to be HAZARDOUS LIVE. The limits of 6.3.1 b) and c) apply only if the voltage exceeds the values of 6.3.1 a).

- a) The voltage levels are 33 V r.m.s. and 46,7 V peak or 70 V d.c. For equipment RATED for use in WET LOCATIONS, the voltage levels are 16 V r.m.s. and 22,6 V peak or 35 V d.c.
- b) The current levels are:
 - 1) 0,5 mA r.m.s. for sinusoidal waveforms, 0,7 mA peak for non-sinusoidal waveform or mixed frequencies, or 2 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 equipment RATED for use in WET LOCATIONS.
 - 2) 70 mA r.m.s. when measured with the measuring circuit of figure A.3. This relates to possible burns at higher frequencies.

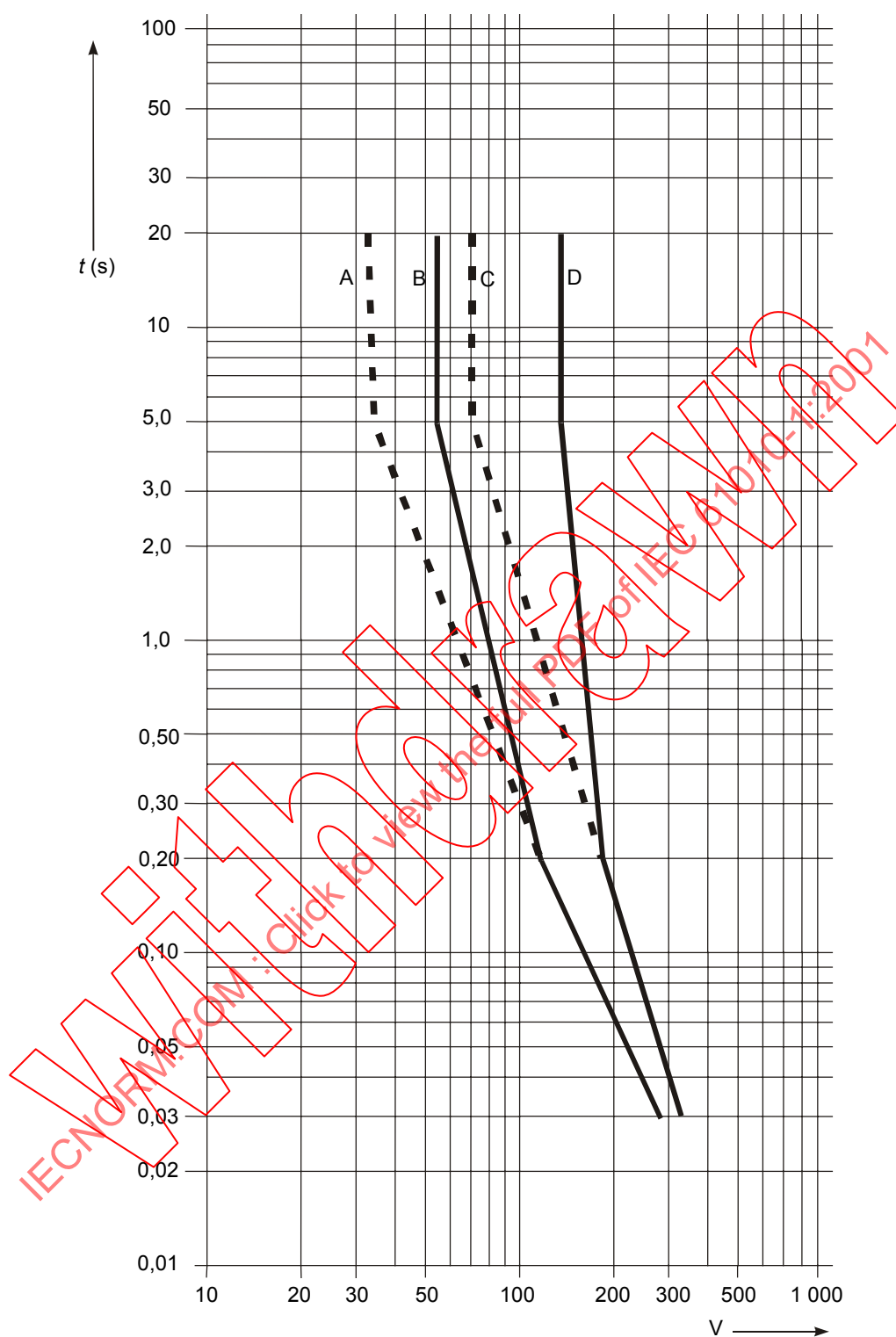
- c) The charge or energy of capacitance levels are:
 - 1) 45 μC charge for voltages up to 15 kV peak or d.c.;
 - 2) 350 mJ stored energy for voltages above 15 kV peak or d.c.

See figure 2.

6.3.2 Values in SINGLE FAULT CONDITION

Values above the following levels in SINGLE FAULT CONDITION are deemed to be HAZARDOUS LIVE. The limits of 6.3.2 b) and c) apply only if the voltage exceeds the values of 6.3.2 a).

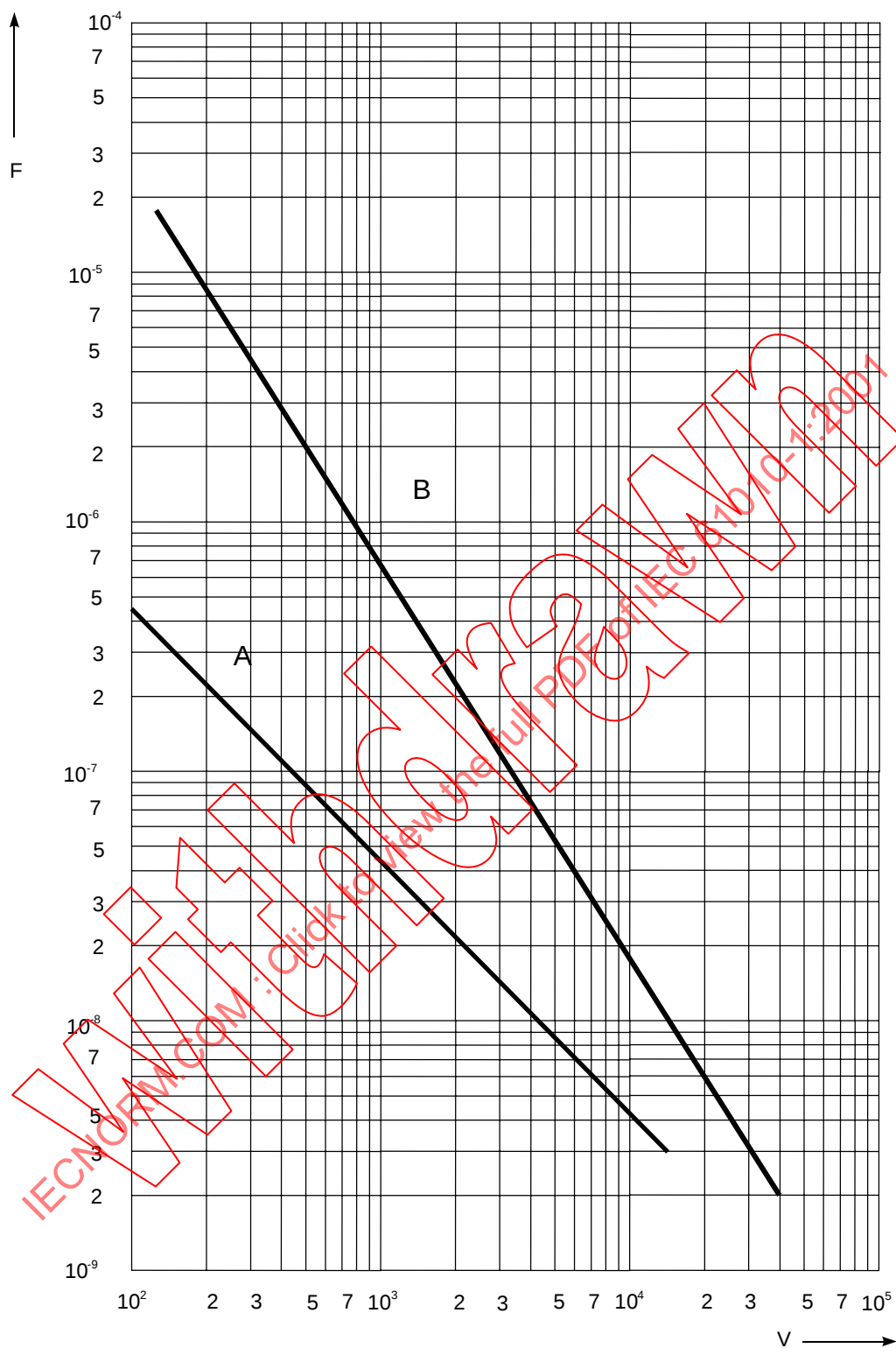
- a) The voltage levels are 55 V r.m.s. and 78 V peak or 140 V d.c. For equipment RATED for use in WET LOCATIONS, the voltage levels are 33 V r.m.s. and 46,7 V peak or 70 V d.c. For temporary voltages, the levels are those of figure 1, measured across a 50 k Ω resistor.
- b) The current levels are:
 - 1) 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 equipment RATED for use in WET LOCATIONS;
 - 2) 500 mA r.m.s. when measured with the measuring circuit of figure A.3. This relates to possible burns at higher frequencies.
- c) The capacitance level is that of figure 2.

**Key**

A a.c. level in wet conditions
 B a.c. level in dry conditions

C d.c. level in wet conditions
 D d.c. level in dry conditions

**Figure 1 – Maximum duration of short-term temporary ACCESSIBLE voltages
 in SINGLE FAULT CONDITION (see 6.3.2 a))**



Key

A NORMAL CONDITION

B SINGLE FAULT CONDITION

IEC 2734/2000

Figure 2 – Charged capacitance level in NORMAL CONDITION and SINGLE FAULT CONDITION
(see 6.3.1 c) and 6.3.2 c))

6.4 Protection in NORMAL CONDITION

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

- a) BASIC INSULATION (see annex D);
- b) enclosures or barriers;
- c) impedance.

ENCLOSURES and BARRIERS shall meet the rigidity requirements of 8.1. If ENCLOSURES or BARRIERS provide protection by insulation, they shall meet the requirements of BASIC INSULATION.

CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES between ACCESSIBLE parts and HAZARDOUS LIVE parts shall meet the requirements of 6.7 and the applicable requirements for BASIC INSULATION.

Solid insulation between ACCESSIBLE parts and HAZARDOUS LIVE parts shall pass the voltage test of 6.8 for BASIC INSULATION.

NOTE There is no requirement for the minimum thickness of solid insulation, provided it is capable of passing the dielectric strength test of 6.8. However, under mechanical or thermal stress conditions, consideration needs to be given to the requirements of clauses 8, 9 and 10. Partial discharge testing for solid insulation is under consideration.

Conformity is checked by

- 1) *the determination of 6.2 and the measurements of 6.3.1, to establish that ACCESSIBLE conductive parts are not HAZARDOUS LIVE;*
- 2) *inspection or measurement of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES as specified in 6.7;*
- 3) *the tests of 6.8 for dielectric strength of BASIC INSULATION;*
- 4) *the test of 8.1 for rigidity of ENCLOSURES and BARRIERS.*

6.5 Protection in SINGLE FAULT CONDITION

Additional protection shall be provided to ensure that ACCESSIBLE parts are prevented from becoming HAZARDOUS LIVE in SINGLE FAULT CONDITION. The protection shall consist of one or more of the protective means specified in 6.5.1 to 6.5.3, or by automatic disconnection of the supply in case of a fault (see 6.5.4).

Conformity is checked as specified in 6.5.1 to 6.5.4.

6.5.1 PROTECTIVE BONDING

ACCESSIBLE conductive parts shall be bonded to the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL if they could become HAZARDOUS LIVE in case of a single fault of the primary protective means specified in 6.4. Alternatively, such ACCESSIBLE parts shall be separated from parts which are HAZARDOUS LIVE by a conductive protective screen or BARRIER bonded to the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL.

NOTE ACCESSIBLE conductive parts need not be bonded to the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL if they are separated from all HAZARDOUS LIVE parts by DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION.

Conformity is checked as specified in 6.5.1.1 to 6.5.1.5.

6.5.1.1 Integrity of protective bonding

The integrity of PROTECTIVE BONDING shall be assured by the following means.

- a) PROTECTIVE BONDING shall consist of direct connected structural parts or discrete conductors, or both. It shall withstand all thermal and dynamic stresses to which it could be subjected before one of the over-current protective means specified in 9.5 disconnects the equipment from the supply.
 - b) Soldered connections subject to mechanical stress shall be mechanically secured independently from the soldering. Such connections shall not be used for other purposes such as fixing constructional parts. Screw connections shall be secured against loosening.
 - c) If a part of the equipment is removable by the OPERATOR, the PROTECTIVE BONDING for the remainder of the equipment shall not be interrupted (except when that part also carries the MAINS input connection to the whole equipment).
 - d) Movable conductive connections, for example, hinges, slides, etc., shall not be the sole PROTECTIVE BONDING path unless they are specifically designed for electrical inter-connection and meet the requirements of 6.5.1.3.
 - e) The exterior metal braid of cables, even if connected to the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL, shall not be regarded as PROTECTIVE BONDING.
 - f) If power from the MAINS supply is passed through equipment for use by other equipment, means shall also be provided for passing the protective conductor through the equipment to protect the other equipment. The impedance to the protective conductor path through the equipment shall not exceed that specified in 6.5.1.3.
 - g) Protective conductors may be bare or insulated. Insulation shall be green-and-yellow, except in the following cases:
 - 1) for earthing braids, either green-and-yellow or colourless-transparent;
 - 2) for internal protective conductors, and other conductors connected to the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL in assemblies such as ribbon cables, busbars, flexible printed wiring, etc., any colour may be used provided that no HAZARD is likely to arise from non-identification of the protective conductor. The bi-colour combination green-and-yellow shall be used only for identifying the protective conductor and for no other purpose.
- NOTE In some countries, the colour identification green for the protective conductor is used as equivalent to the two-colour combination green-and-yellow.
- h) Equipment using PROTECTIVE BONDING shall be provided with a TERMINAL meeting the requirements of 6.5.1.2 and suitable for connection to a protective conductor.

Conformity is checked by inspection.

6.5.1.2 PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL

PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINALS shall meet the following requirements.

- a) The contact surfaces shall be metal.

NOTE 1 Materials of PROTECTIVE BONDING systems should be chosen to minimize electro-chemical corrosion between the TERMINAL and the protective conductor, or any other metal in contact with them.
- b) The integral protective conductor connection of an appliance inlet shall be regarded as the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL.
- c) For equipment provided with a rewirable flexible cord and for PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT, the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL shall be located close to the MAINS supply TERMINALS.

- d) If the equipment does not require connection to a MAINS supply, but nevertheless has a circuit or part which is required to be protectively earthed, the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL shall be located near to the TERMINALS of that circuit for which protective earthing is necessary. If this circuit has external TERMINALS, the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL shall also be external.
 - e) PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINALS for MAINS CIRCUITS shall be at least equivalent in current-carrying capacity to the MAINS supply TERMINALS.
 - f) Plug-in type PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINALS combined with other TERMINALS and intended to be connected and disconnected by hand, for example plugs and appliance couplers for MAINS cords or connector assemblies of plug-in units, shall be designed so that the protective conductor connection makes first and breaks last with respect to the other connections.
 - g) If the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL is also used for other bonding purposes, the protective conductor shall be applied first and secured independently of other connections. The protective conductor shall be connected in such a way that it is unlikely to be removed by servicing not involving the protective conductor or there shall be a warning marking (see 5.2) requiring the replacement of the protective conductor after removal.
 - h) For equipment in which the protective conductor is required for protection against a single fault in a measuring circuit, the following shall apply.
 - 1) The PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL and protective conductor shall have at least the current RATING of the measuring TERMINALS.
 - 2) The PROTECTIVE BONDING shall not be interrupted by the presence of any switching or interrupting device. Devices used for indirect bonding in test and measurement equipment (see 6.5.1.5) are permitted to be part of the PROTECTIVE BONDING.
 - i) FUNCTIONAL EARTH TERMINALS (for example, measuring earth TERMINALS), if any, shall allow a connection which is independent from the connection of the protective conductor.
- NOTE 2 Equipment may be equipped with FUNCTIONAL EARTH TERMINALS, irrespective of the protective means taken.
- j) If the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL is a binding screw, it shall be of a suitable size for the bond wire but no smaller than M 4 (No. 6), with at least three turns of the screw engaged. The contact pressure required for a bonding connection shall not be capable of being reduced by deformation of materials forming part of the connection.

Conformity is checked by inspection. Conformity for j) is also checked by the following test. The assembly of a screw in a metal part or nut, together with the least favourable grounding conductor to be secured, and any associated conductor securing means shall withstand, without mechanical failure, three operations of assembly and disassembly when using the tightening torques specified in table 2.

Table 2 – Tightening torque for screw assemblies

Size of screw mm	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
Tightening torque N·m	1,2	2,0	3,0	6,0	10,0

6.5.1.3 Impedance of PROTECTIVE BONDING of plug-connected equipment

The impedance between the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL and each ACCESSIBLE part for which PROTECTIVE BONDING is specified shall not exceed 0,1 Ω . MAINS cord impedance does not form part of the specified bonding impedance.

Conformity is checked by applying a test current for 1 min and then calculating impedance. The test current is the greater of

- a) 25 A d.c. or a.c. r.m.s. at RATED MAINS frequency;*
- b) a current equal to twice the RATED current of the equipment.*

If the equipment contains overcurrent protection devices for all poles of the MAINS supply, and if the wiring on the supply side of the overcurrent protection devices cannot become connected to ACCESSIBLE conductive parts in the case of a single fault, the test current need not be more than twice the RATED current of the internal overcurrent protection devices.

6.5.1.4 Bonding impedance of PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT

Bonding of PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT shall be of low impedance.

Conformity is checked by applying a test current of twice the value of the overcurrent protection means specified in the equipment installation instructions for the building supply MAINS CIRCUIT for 1 min between the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL and each ACCESSIBLE conductive part for which PROTECTIVE BONDING is required. The voltage between them shall not exceed 10 V a.c. r.m.s. or d.c.

If the equipment contains overcurrent protection devices for all poles of the MAINS supply, and if the wiring on the supply side of the overcurrent protection devices cannot become connected to ACCESSIBLE conductive parts in the case of a single fault, the test current need not be more than twice the RATED current of the internal overcurrent protection devices.

6.5.1.5 Indirect bonding for test and measurement equipment

Indirect bonding establishes a connection between the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL and ACCESSIBLE conductive parts if these become HAZARDOUS LIVE as a result of a fault. Devices to establish indirect bonding are:

- a) voltage-limiting devices which become conductive when the voltage across them exceeds the relevant values of 6.3.2 a), with overcurrent protection to prevent breakdown of the device.

Conformity is checked by connecting the ACCESSIBLE conductive parts to the MAINS supply TERMINALS while the equipment is connected to the MAINS supply as in NORMAL USE. The voltage between the ACCESSIBLE conductive parts and the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL shall not exceed the relevant values of 6.3.2 a) for more than 0,2 s.

- b) voltage-sensitive tripping devices which interrupt all poles of the MAINS supply, and connect the ACCESSIBLE conductive parts to the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL whenever the voltage across them reaches the relevant values of 6.3.2 a).

Conformity is checked by applying the relevant voltage of 6.3.2 a) between the ACCESSIBLE conductive parts and the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL. The tripping action shall take place within 0,2 s.

6.5.2 DOUBLE INSULATION and REINFORCED INSULATION

CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES forming part of DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION shall meet the applicable requirements of 6.7 (see annex D). ENCLOSURES shall meet the requirements of 6.9.2.

Solid insulation forming part of REINFORCED INSULATION shall pass the voltage test of 6.8 with the values for reinforced insulation.

Conformity is checked as specified in 6.7, 6.8 and 6.9.2. The parts of DOUBLE INSULATION are tested separately if this is possible; the tests for REINFORCED INSULATION are otherwise used. CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES necessary for safety can be checked by measurement.

6.5.3 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 one or more of the following:

- a) an appropriate HIGH-INTEGRITY single component (see 14.6);
- b) a combination of components;
- c) a combination of BASIC INSULATION and a current- or voltage-limiting device.

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).

6.5.4 Automatic disconnection of the supply

If automatic disconnection of the supply is used for protection in SINGLE FAULT CONDITION, the automatic disconnection device shall meet all the following requirements.

- a) It shall be supplied with the equipment or the installation instruction shall specify the device to be fitted as part of the installation.
- b) It shall be RATED to disconnect the load within the time specified in figure 1.
- c) It shall be RATED for the maximum RATED load conditions of the equipment.

Conformity is checked by inspection of the device specification and, if applicable, installation instructions. In case of doubt, the device is tested to check that it disconnects the supply within the required time.

6.6 Connections to external circuits

6.6.1 General

Connections to external circuits shall not

- a) cause ACCESSIBLE parts of the external circuits to become HAZARDOUS LIVE in NORMAL CONDITION or SINGLE FAULT CONDITION;
- nor
- b) cause ACCESSIBLE parts of the equipment to become HAZARDOUS LIVE in NORMAL CONDITION or SINGLE FAULT CONDITION.

Protection shall be achieved by separation of circuits, unless short-circuiting of the separation could not cause a HAZARD.

The manufacturer's instructions or equipment markings shall include the following information for each external TERMINAL as applicable for the purposes of the requirements above:

- 1) the RATED conditions at which the TERMINAL has been designed to operate while maintaining safety (maximum RATED input/output voltage, specific type of connector, designated use, etc.);
- 2) the RATING of the insulation required for the external circuit to conform to the requirements for protection against electric shock, in NORMAL CONDITION and SINGLE FAULT CONDITION, arising from the connection to the TERMINAL.

For accessibility of TERMINALS, see 6.6.2.

Conformity is checked by:

- i) *inspection;*
- ii) *the determinations of 6.2;*
- iii) *the measurements of 6.3 and 6.7;*
- iv) *the dielectric strength tests of 6.8 (without humidity preconditioning).*

6.6.2 TERMINALS for external circuits

TERMINALS which receive a charge from an internal capacitor shall not be HAZARDOUS LIVE 10 s after interruption of the supply.

TERMINALS which are energized from the interior, with HAZARDOUS LIVE voltage exceeding 1 kV r.m.s. or 1,5 kV d.c., or with floating voltage exceeding 1 kV r.m.s. or 1,5 kV d.c., shall not be ACCESSIBLE. Equipment with such TERMINALS shall be designed so that an ACCESSIBLE HAZARDOUS LIVE voltage is not present when connectors are not mated, or shall be marked with symbol 12 of table 1 (see 5.2) to warn the OPERATOR of the possible presence of an ACCESSIBLE HAZARDOUS LIVE voltage.

Unmated measuring TERMINALS which are HAZARDOUS LIVE when the maximum RATED voltage is applied to the TERMINAL shall not be ACCESSIBLE.

NOTE For locking and screw-held TERMINALS, see 6.1.2 c).

Conformity is checked by inspection, and by the determination of ACCESSIBLE parts as specified in 6.2.

6.6.3 Circuits with TERMINALS which are HAZARDOUS LIVE

These circuits shall not be connected to ACCESSIBLE conductive parts, except for circuits which are not MAINS CIRCUITS, and which are designed to be operated with one TERMINAL contact at earth potential. In such cases, the ACCESSIBLE conductive parts shall not be HAZARDOUS LIVE.

If such a circuit is also designed to be operated with one ACCESSIBLE TERMINAL contact (signal low) floating at a voltage which is not HAZARDOUS LIVE, this TERMINAL contact is permitted to be connected to a common FUNCTIONAL EARTH TERMINAL or system (for example, a coaxial screening system). This common FUNCTIONAL EARTH TERMINAL or system is also permitted to be connected to other ACCESSIBLE conductive parts.

Conformity is checked by inspection.

6.6.4 ACCESSIBLE TERMINALS for stranded conductors

- a) ACCESSIBLE TERMINALS for stranded conductors shall be located or shielded so that there is no risk of accidental contact between HAZARDOUS LIVE parts of different polarity or between such parts and other ACCESSIBLE parts, even if a strand of a conductor escapes from a TERMINAL. Unless it is self-evident (which is preferable) ACCESSIBLE TERMINALS shall be marked to show whether or not they are connected to ACCESSIBLE conductive parts (see 5.1.6 c)).

Conformity is checked by inspection after fully inserting a stranded conductor with an 8 mm length of insulation removed, with one of the strands free. The strand shall not touch parts of different polarity or other ACCESSIBLE parts, when bent in every possible direction, without tearing back the insulation or making sharp bends round BARRIERS.

- b) ACCESSIBLE TERMINALS of circuits carrying HAZARDOUS LIVE voltage or current shall be anchored, fitted or designed so that they will not work loose when they are tightened, loosened or when connections are made.

Conformity is checked by manual test and inspection.

6.7 CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES

CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES are specified in 6.7.1 to 6.7.4 so as to withstand the voltages that appear on the system for which the equipment is intended. They also take account of RATED environmental conditions and of any protective devices fitted within the equipment 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 6.7.3.1 c).

6.7.1 General requirements

6.7.1.1 CLEARANCES

CLEARANCES are specified to withstand the maximum transient overvoltage that can be present on the circuit, 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. If transient overvoltages cannot occur, CLEARANCES are based on the maximum WORKING VOLTAGE.

The value for CLEARANCE depends on

- a) the type of insulation (basic insulation, reinforced insulation, etc.);
- b) 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.

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 3. 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 3 – 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

6.7.1.2 CREEPAGE DISTANCES

For CREEPAGE DISTANCES between two circuits, the actual WORKING VOLTAGE which stresses the insulation between the circuits shall be used. 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 of IEC 60664-3 for type A coatings, the values for POLLUTION DEGREE 1 apply.

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

For the purposes of this subclause, materials are separated into four groups according to their CTI (Comparative Tracking Index) values, as follows:

Material group I	$600 \leq \text{CTI}$
Material group II	$400 \leq \text{CTI} < 600$
Material group IIIa	$175 \leq \text{CTI} < 400$
Material group IIIb	$100 \leq \text{CTI} < 175$

The CTI values above refer to values obtained, in accordance with IEC 60112, on samples specifically made for the purpose and tested with solution A.

For glass, ceramics or other inorganic insulating materials which do not track, CREEPAGE DISTANCES need not be greater than their associated CLEARANCE.

Annex E specifies measures which can be used to reduce the POLLUTION degree.

CREEPAGE DISTANCES are measured as specified in annex C.

6.7.2 MAINS CIRCUITS

CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES shall meet the values specified in table 4.

Table 4 – CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES for MAINS CIRCUITS

Voltage line-to- neutral a.c. r.m.s. or d.c. V	Values for CLEAR- ANCE (see note 1) mm	Values for CREEPAGE DISTANCES								
		POLLUTION DEGREE 1		POLLUTION DEGREE 2				POLLUTION DEGREE 3		
		Printed wiring boards CTI ≥ 100 mm	All material groups CTI ≥ 100 mm	Printed wiring boards CTI ≥ 100 mm	Material group I CTI ≥ 600 mm	Material group II CTI ≥ 400 mm	Material group III CTI ≥ 100 mm	Material group I CTI ≥ 600 mm	Material group II CTI ≥ 400 mm	Material group III CTI ≥ 100 mm
>50 ≤100	0,1	0,1	0,25	0,16	0,71	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2
>100 ≤150	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5
>150 ≤300	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1	3,0	3,8	4,1	4,7
>300 ≤600	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,3	6,0	7,5	8,3	9,4
NOTE 1 Minimum values for clearance for different POLLUTION DEGREES are: POLLUTION DEGREE 2: 0,2 mm; POLLUTION DEGREE 3: 0,8 mm. NOTE 2 Values specified are for BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION. Values for REINFORCED INSULATION are twice the values for basic insulation.										

6.7.3 Circuits other than MAINS CIRCUITS

6.7.3.1 CLEARANCE values – General

- a) For circuits derived from MAINS CIRCUITS, CLEARANCES shall have the values as specified in table 5 except for the conditions specified in b) below.
- b) CLEARANCES for the following cases are specified in 6.7.3.2. Such cases include CLEARANCES where
 - 1) means have been taken within the equipment which limit overvoltages to levels below the applicable impulse withstand voltage of table 5 (see 14.9);
 - 2) the maximum possible transient overvoltage is above the applicable impulse withstand voltage of table 5;
 - 3) the WORKING VOLTAGE is the sum of voltages from more than one circuit, or is a mixed voltage;
 - 4) it is controlled by the source (external to the equipment, but as specified by the manufacturer) to levels below the impulse withstand voltage of table 5, provided that the equipment is not intended for connection to other sources which would permit higher impulse voltages.
- c) 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 in circuits other than MAINS CIRCUITS.

No particular value can be specified for a reduced CLEARANCE for homogeneous construction, but it can be tested by a dielectric strength test. The test is an a.c. peak or d.c. test, using the test voltage (see table 9) for the CLEARANCE value which would apply for inhomogeneous construction.

Table 5 – CLEARANCES for circuits derived from MAINS CIRCUITS

WORKING VOLTAGE	CLEARANCE			
AC r.m.s. or d.c.	MAINS voltage ≤100 V RATED impulse voltage 500 V	MAINS voltage >100 V ≤ 150 V RATED impulse voltage 800 V	MAINS voltage >150 V ≤ 300 V RATED impulse voltage 1 500 V	MAINS voltage >300 V ≤ 600 V RATED impulse voltage 2 500 V
V	mm	mm	mm	mm
50	0,05	0,12	0,53	1,51
100	0,07	0,13	0,61	1,57
150	0,10	0,16	0,69	1,64
300	0,24	0,39	0,94	1,83
600	0,79	1,01	1,61	2,41
1 000	1,66	1,92	2,52	3,45
1 250	2,23	2,50	3,16	4,16
1 600	3,08	3,39	4,11	5,21
2 000	4,17	4,49	5,30	6,48
2 500	5,64	6,02	6,91	8,05
3 200	7,98	8,37	9,16	10,2
4 000	10,6	10,9	11,6	12,8
5 000	13,7	14,0	14,9	16,1
6 300	17,8	18,2	19,1	20,3
8 000	23,5	23,9	24,7	26,0
10 000	30,3	30,7	31,6	32,9
12 500	39,1	39,6	40,5	41,9
16 000	52,0	52,5	53,5	54,9
20 000	67,4	67,9	68,9	70,5
25 000	87,4	87,9	89,0	90,6
32 000	117	117	118	120
40 000	151	151	153	154
50 000	196	196	198	199
63 000	258	258	260	261

6.7.3.2 CLEARANCE values where table 5 does not apply and for circuits in 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 6;

D_1 is the CLEARANCE that would be applicable to the maximum voltage U_m if it consisted only of a $1,2 \times 50 \mu s$ 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 using the values of D_1 and D_2 specified in table 6 for a voltage 1,6 times the actual WORKING VOLTAGE.

NOTE The following are two examples.

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

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

$$F = (1,25 U_w/U_m) - 0,25 = (1,25 \times 3\,500/8\,000) - 0,25 = 0,347$$

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

$$\text{CLEARANCE} = D_1 + F (D_2 - D_1) = 16,7 + 0,347 (29,5 - 16,7) = 17,7 + 4,4 = 21,1 \text{ mm}$$

- b) CLEARANCE for BASIC INSULATION for a secondary peak WORKING VOLTAGE of 400 V derived from a primary voltage of 230 V a.c, but with overvoltage controlled within the equipment to a maximum of 2 100 V.

$$U_m = U_w + U_t = (400 + 2\,100) = 2\,500 \text{ V}$$

$$(U_w/U_m) < 0,2, \text{ so } F = 0$$

$$\text{CLEARANCE} = D_1 = 1,45 \text{ mm.}$$

Table 6 – CLEARANCE values for the calculation of 6.7.3.2

$\hat{U}_m$	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.					

6.7.3.3 CREEPAGE DISTANCE values

Table 7 gives the CREEPAGE DISTANCES related to the WORKING VOLTAGE.

Table 7 – 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		
	Material group			Material group			Material group		
	IIIb	IIIa		I	II	IIIa-b	I	II	IIIa-b (see note)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10	0,025	0,04	0,08	0,40	0,40	0,40	1,00	1,00	1,00
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05
16	0,025	0,04	0,10	0,45	0,45	0,45	1,10	1,10	1,10
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,20	1,20	1,20
25	0,025	0,04	0,125	0,50	0,50	0,50	1,25	1,25	1,25
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,80	1,10	1,4	1,6	1,8
50	0,025	0,04	0,18	0,60	0,85	1,20	1,5	1,7	1,9
63	0,040	0,063	0,20	0,63	0,90	1,25	1,6	1,8	2,0
80	0,063	0,10	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1
100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,00	1,4	1,8	2,0	2,2
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4
160	0,25	0,40	0,32	0,80	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5
200	0,40	0,63	0,42	1,00	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2
250	0,56	1,0	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0
320	0,75	1,6	0,75	1,60	2,2	3,2	4,0	4,5	5,0
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0	9,0	10,0
800	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0	11	12,5
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10,0	12,5	14	16
1 250	4,2	6,3	4,2	6,3	9,0	12,5	16	18	20
1 600	5,6	8,0	5,6	8,0	11	16	20	22	25
2 000	7,5	10,0	7,5	10,0	14	20	25	28	32
2 500	10,0	12,5	10,0	12,5	18	25	32	36	40
3 200	12,5	16	12,5	16	22	32	40	45	50
4 000	16	20	16	20	28	40	50	56	63
5 000	20	25	20	25	36	50	63	71	80
6 300	25	32	25	32	45	63	80	90	100
8 000	32	40	32	40	56	80	100	110	125
10 000	40	50	40	50	71	100	125	140	160
12 500	50	63	50	63	90	125			
16 000	63	80	63	80	110	160			
20 000	80	100	80	100	140	200			
25 000	100	125	100	125	180	250			
32 000	125	160	125	160	220	320			
40 000	160	200	160	200	280	400			
50 000	200	250	200	250	360	500			
63 000	250	320	250	320	450	600			

NOTE 1 Material group IIIb is not recommended for application in POLLUTION DEGREE 3 above 630 V.

NOTE 2 Interpolation of CREEPAGE DISTANCES is allowed.

6.7.4 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, the transient stresses can be estimated by the location within the installation at which the measurement is performed. When the measuring circuit is used to measure any other electrical signal, the transient stresses must be considered by the user to assure that they do not exceed the capabilities of the measuring equipment. In this standard, 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 MAINS.

NOTE 4 Examples are measurements on circuits not derived from MAINS, and specially protected (internal) MAINS-derived circuits. In the latter case, transient stresses are variable; for that reason, 5.4.1 g) requires that the transient withstand capability of the equipment is made known to the user.

6.7.4.1 CLEARANCE values

CLEARANCES for measurement category I shall be calculated according to 6.7.3.2.

CLEARANCES for measurement category II, III and IV are specified in table 8.

Table 8 – CLEARANCES for measurement categories II, III and IV

Nominal a.c. or d.c. line-to-neutral voltage of MAINS supply	BASIC INSULATION OR SUPPLEMENTARY INSULATION			DOUBLE INSULATION 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 ≤1 000	5,5	8	14	10,5	14,3	24,3

6.7.4.2 CREEPAGE DISTANCE values

Table 7 specifies the CREEPAGE DISTANCES related to the WORKING VOLTAGE.

6.8 Procedure for dielectric strength tests

6.8.1 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 PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL OR FUNCTIONAL EARTH TERMINAL;*
- b) any ACCESSIBLE conductive part, except for any live parts permitted to be ACCESSIBLE because they do not exceed the values of 6.3.1. Such live parts are bonded together but do not form part of the reference test earth. Also excluded are ACCESSIBLE conductive parts which are allowed to be HAZARDOUS LIVE by the exceptions of 6.1.2;*
- c) 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;*
- d) ACCESSIBLE parts of controls with parts made of insulating material being wrapped in metal foil or having soft conductive material pressed against them.*

6.8.2 Humidity preconditioning

To ensure that equipment will not become hazardous in the humidity conditions of 1.4, it is subjected to humidity preconditioning before the voltage tests of 6.8.4. The equipment is not operated during preconditioning.

If wrapping in foil is required by 6.8.1, 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 % RH $\pm$ 2,5 % RH. The temperature of the air in the chamber is maintained at 40 °C $\pm$ 2 °C.

Before applying humidity, the equipment 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 equipment.

The equipment 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 the covers of non-ventilated equipment removed.

6.8.3 Conduct of tests

The tests specified in 6.8.4 are performed and completed within 1 h of the end of the recovery period after humidity preconditioning. The equipment 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 and voltage-limiting devices in parallel with the insulation to be tested may be disconnected.

Where two or more protective means are used in combination (see 6.5 and 6.6.1), 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.

6.8.4 Voltage tests

Voltage tests are applied, using the values specified in table 9. 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.

The CLEARANCE in case of homogenous construction (see 6.7.1.1), is tested with an a.c., d.c. or peak impulse voltage with the peak value specified in table 9 for the value of CLEARANCE specified for inhomogeneous construction. For simplicity a.c. may be chosen, or d.c. to avoid capacitive currents or the impulse test to reduce power dissipation in components.

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 9 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).

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

Table 9 – 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.

6.8.4.1 Altitude correction of test voltages for checking CLEARANCES in homogeneous construction

If the test site is at an altitude different from 2 000 m, test voltages are multiplied by the appropriate factor of table 10. The factors are used only for a voltage test to check a CLEARANCE in homogeneous construction. The corrected test voltage will apply the same voltage stress to a CLEARANCE at the test site as the original test voltage would at 2 000 m.

Table 10 – Correction factors for test voltage according to test site altitude

Test site altitude m	Altitude correction factors for ranges of test voltages			
	$327 V_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}} < 600 V_{\text{peak}}$ $231 V_{\text{r.m.s.}} < U_{\text{test}} < 424 V_{\text{r.m.s.}}$	$600 V_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}} < 3\,500 V_{\text{peak}}$ $424 V_{\text{r.m.s.}} < U_{\text{test}} < 2\,475 V_{\text{r.m.s.}}$	$3\,500 V_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}} < 25\text{ kV}_{\text{peak}}$ $2\,475 V_{\text{r.m.s.}} < U_{\text{test}} < 17,7\text{ kV}_{\text{r.m.s.}}$	$25\text{ kV}_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}}$ $17,7\text{ kV}_{\text{r.m.s.}} < U_{\text{test}}$
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

6.9 Constructional requirements for protection against electric shock

6.9.1 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.

6.9.2 ENCLOSURES of equipment with DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION

Equipment protected throughout by DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION shall have an ENCLOSURE which surrounds all metal parts. This requirement does not apply to small metal parts such as name plates, 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

- a) provision on the inside of the ENCLOSURE of an insulating coating or BARRIER, which 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) ensuring that CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES between the ENCLOSURE and parts which are HAZARDOUS LIVE cannot be reduced below the values for BASIC INSULATION by loosening of parts or wires.

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 6.8.

6.9.3 Over-range indication

If a HAZARD could arise from an OPERATOR'S reliance on the value (for example, voltage) displayed by the equipment, the display shall give an unambiguous indication whenever the value is above the maximum positive value or below the minimum negative value of the range to which the instrument is set.

NOTE Examples of hazardous indications include the following, unless there is a separate unambiguous indication of an over-range value:

- a) analogue meters with stops at the exact ends of the range;
- b) digital meters which show a low value when the true value is above the range maximum (for example 1 001,5 V displayed as 001,5 V);
- c) chart recorders which print a trace at the edge of the chart, thus indicating a value at the range maximum when the true value is higher.

Conformity is checked by inspection and, in case of doubt, by provoking an over-range value.

6.10 Connection to MAINS supply source and connections between parts of equipment

6.10.1 MAINS supply cords

The following requirements apply to non-detachable MAINS supply cords and to detachable MAINS supply cords supplied with the equipment:

- a) MAINS supply cords shall be RATED for the maximum current for the equipment and the cable used shall meet the requirements of IEC 60227 or IEC 60245. MAINS supply cords certified or approved by a recognized testing authority are regarded as meeting this requirement;
- b) if a cord is likely to contact hot external parts of the equipment, it shall be made of suitably heat-resistant material.

- c) If the cord is detachable, both the cord and the appliance inlet shall have at least the highest temperature RATING for either part.

NOTE The requirement for an equal temperature RATING for both the cord and the appliance inlet ensures that cord sets of low temperature RATING cannot be used inadvertently.

- d) Green- and yellow-covered conductors shall be used only for connection to PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINALS.

Detachable MAINS supply cords with MAINS connectors according to IEC 60320 shall either meet the requirements of IEC 60799, or shall be RATED at least for the current RATING of the MAINS connector fitted to the cord.

The terminology for MAINS supply cords is given in figure 3.

Conformity is checked by inspection and, where necessary, by measurement.

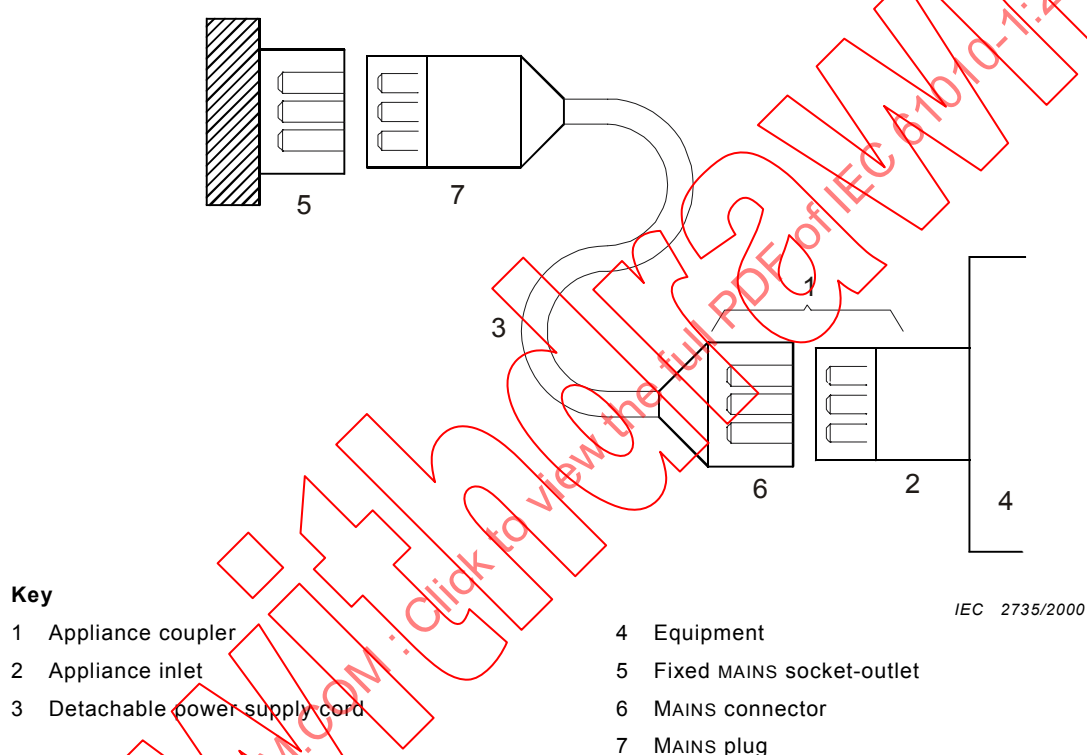


Figure 3 – Detachable MAINS supply cords and connections

6.10.2 Fitting of non-detachable MAINS supply cords

MAINS supply cords shall be protected against abrasion and sharp bends at the point where the cord enters the equipment, by one of the following means;

- an inlet or bushing with a smoothly rounded opening;
- a reliably fixed cord guard made of insulating material protruding beyond the inlet opening by at least five times the overall diameter of a cord with the largest cross-sectional area which can be fitted. For flat cords, the major overall cross-sectional dimension is taken as the overall diameter.

Conformity is by inspection, and if needed by measurement of dimensions.

The cord anchorage shall relieve the conductors of the cord from strain, including twisting, where they are connected within the equipment, and shall protect the insulation of the conductors from abrasion. The protective earth conductor, if any, shall be the last to take the strain if the cord slips in its anchorage.

Cord anchorages shall meet the following requirements.

- a) The cord shall not be clamped by a screw which bears direct on the cord.
- b) Knots in the cord shall not be used.
- c) It shall not be possible to push the cord into the equipment to an extent which could cause a HAZARD.
- d) Failure of the cord insulation in a cord anchorage which has metal parts shall not cause ACCESSIBLE conductive parts to become HAZARDOUS LIVE.
- e) A compression bushing shall not be used as a cord anchorage unless it has provision for clamping all types and sizes of MAINS supply cords which meet the requirements of 6.10.1 and are suitable for connection to the TERMINALS provided, or the bushing has been designed to terminate a screened MAINS supply cord.
- f) The cord anchorage shall be designed so that cord replacement does not cause a HAZARD and it shall be clear how the relief from strain is provided.

Conformity is checked by inspection and the following push-pull test: the cord is pushed into the equipment manually, as far as possible. It is then subjected 25 times to a steady pull of the value shown in table 11, applied for 1 s each time in the least favourable direction. Immediately afterwards it is subjected for 1 min to a torque of the value shown in table 11.

Table 11 – Physical tests on power supply cords

Mass of equipment kg	Pull N	Torque N·m
≤1	30	0,10
>1 ≤4	60	0,25
>4	100	0,35

After the tests:

- 1) *the cord shall not have been damaged;*
- 2) *the cord shall not have been displaced longitudinally by more than 2 mm;*
- 3) *there shall be no signs of strain at the point where the anchorage clamps the cord;*
- 4) *CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES shall not have been reduced below the applicable values;*
- 5) *the cord shall pass the voltage test of 6.8 (without humidity preconditioning).*

6.10.3 Plugs and connectors

- a) Plugs and connectors for connecting equipment to the MAINS supply, including appliance couplers used to connect detachable MAINS supply cords, shall conform to the relevant specifications for plugs, socket-outlets and connectors.
- b) If the equipment is designed to be supplied only at voltages below the level of 6.3.2 a) in NORMAL CONDITION or SINGLE FAULT CONDITION, or from a source used solely to supply that equipment, the plugs of the MAINS supply cord shall not fit into the socket-outlets of MAINS supply systems at voltages above the RATED supply voltage of the equipment. Mains-type plugs and sockets shall not be used for purposes other than connection of a MAINS supply.
- c) If plug pins of cord-connected equipment receive a charge from an internal capacitor, the pins shall not be HAZARDOUS LIVE 5 s after disconnection of the supply.
- d) On equipment with accessory MAINS socket-outlets,
 - 1) if the outlet can accept a standard MAINS supply plug, there shall be a marking as specified in 5.1.3 e);
 - 2) if the outlet has a TERMINAL contact for a protective earth conductor, the input MAINS supply connection to the equipment shall include a protective earth conductor connected to a PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL.

Conformity is checked by inspection. For plugs receiving a charge from an internal capacitor, the measurements of 6.3 are made to establish that the levels of 6.3.1 c) are not exceeded.

6.11 Disconnection from supply source

6.11.1 General

Except as specified in 6.11.1.1, equipment shall be provided with a means for disconnecting it from each operating energy supply source, whether external or internal to the equipment. The disconnecting means shall disconnect all current-carrying conductors.

NOTE Equipment may also be provided with a switch or other disconnecting device for functional purposes.

Conformity is checked as specified in 6.11.1.1 to 6.11.3.2.

6.11.1.1 Exceptions

A disconnecting device is not required if a short circuit or overload cannot cause a HAZARD. Examples include:

- a) equipment intended for supply only from a low energy source such as a small battery;
- b) equipment intended only for connection to an impedance protected supply. Such a supply is one having an impedance of such value that, if the equipment is subjected to an overload or short circuit, the RATED supply conditions are not exceeded and no HAZARD can arise;
- c) equipment which constitutes an impedance protected load. Such a load is a component without discrete overcurrent or thermal protection, and of such impedance that the RATING is not exceeded if the circuit of which the component is a part is subjected to an overload or short circuit.

Conformity is checked by inspection. In case of doubt, a short circuit or overload is applied to check that no HAZARD can arise.

6.11.2 Requirements according to type of equipment

6.11.2.1 PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT and multi-phase equipment

PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT and multi-phase equipment shall employ a switch or circuit-breaker as the means for disconnection.

If a switch is not part of the equipment, documentation for equipment installation shall specify that

- a) a switch or circuit-breaker shall be included in the building installation;
- b) it shall be in close proximity to the equipment and within easy reach of the OPERATOR;
- c) it shall be marked as the disconnecting device for the equipment.

Conformity is checked by inspection.

6.11.2.2 Single-phase cord-connected equipment

Single-phase cord-connected equipment shall have one of the following as a disconnecting device:

- a) a switch or circuit-breaker;
- b) an appliance coupler which can be disconnected without the use of a TOOL;
- c) a separable plug, without a locking device, to mate with a socket-outlet in the building.

Conformity is checked by inspection.

6.11.2.3 HAZARDS arising from function

Equipment whose function may give rise to a HAZARD shall have an emergency switch, which need not disconnect auxiliary circuits (such as cooling) which are necessary for safety.

Equipment having ACCESSIBLE moving parts which could cause a HAZARD shall have an emergency switch for disconnection which shall not be more than 1 m from the moving part.

Conformity is checked by inspection.

6.11.3 Disconnecting devices

If a disconnecting device is part of the equipment, it shall be located electrically as close as practicable to the supply. Power-consuming components shall not be electrically located between the supply source and the disconnecting device.

Electromagnetic interference suppression circuits are permitted to be located on the supply side of the disconnecting device.

Conformity is checked by inspection.

6.11.3.1 Switches and circuit-breakers

An equipment switch or circuit-breaker employed as a disconnecting device shall meet the relevant requirements of IEC 60947-1 and IEC 60947-3 and be suitable for the application.

If a switch or a circuit-breaker is used as a disconnecting device, it shall be marked to indicate this function. If there is only one device – one switch or one circuit-breaker – symbols 9 and 10 of table 1 are sufficient.

A switch shall not be incorporated in a MAINS supply cord.

A switch or circuit-breaker shall not interrupt a protective earth conductor.

A switch or circuit-breaker with contacts for disconnecting and other contacts for other purposes shall conform to the requirements of 6.6 and 6.7 for separation between circuits.

Conformity is checked by inspection.

6.11.3.2 Appliance couplers and plugs

If an appliance coupler or separable plug is used as the disconnecting device, it shall be readily identifiable and easily reached by the OPERATOR. For single-phase PORTABLE EQUIPMENT, a plug on a cord of length not greater than 3 m is considered to be easily reached. The protective earth conductor of an appliance coupler shall be connected before the supply conductors and disconnected after them.

Conformity is checked by inspection.

7 Protection against mechanical HAZARDS

7.1 General

Operation shall not lead to a mechanical HAZARD in NORMAL CONDITION or SINGLE FAULT CONDITION.

NOTE All easily touched edges, projections, corners, openings, guards, handles and the like, of the equipment ENCLOSURE, should be smooth and rounded so as not to cause injury during NORMAL USE of the equipment.

Conformity is checked as specified in 7.2 to 7.6.

7.2 Moving parts

Moving parts shall not be able to crush, cut or pierce parts of the body of an OPERATOR likely to contact them, nor severely pinch the OPERATOR'S skin.

This requirement does not apply to easily touched moving parts which are obviously intended to operate on parts or materials external to the equipment, for example, drilling and mixing equipment. Such equipment should be designed to minimize inadvertent touching of such moving parts (for example, by fitting of guards or handles).

If, during routine maintenance outside NORMAL USE, it is unavoidable for technical reasons that an OPERATOR has to perform a function, such as adjustment, which requires access to moving parts which could cause a HAZARD, access is permitted if all of the following precautions have been taken:

- a) access is not possible without the use of a TOOL;
- b) the instructions for the RESPONSIBLE BODY include a statement that OPERATORS must be trained before being allowed to perform the hazardous operation;
- c) there are warning markings (see 5.2) on any covers or parts which have to be removed to obtain access, prohibiting access by untrained OPERATORS. As an alternative, symbol 14 of table 1 shall be placed on the covers or parts, with the warnings included in the documentation.

Conformity is checked by inspection.

7.3 Stability

Equipment and assemblies of equipment not secured to the building structure before operation shall be physically stable in NORMAL USE.

If means are provided to ensure that stability is maintained after the opening of drawers, etc. by an OPERATOR, either these means shall be automatic or there shall be a warning marking (see 5.2).

Conformity is checked by carrying out each of the following tests, if applicable. Containers contain the RATED amount of substance which provides the least favourable conditions of NORMAL USE. Castors are in their least favourable position of NORMAL USE. Doors, drawers, etc. are closed unless otherwise specified.

- a) *Equipment other than HAND-HELD EQUIPMENT, is tilted in each direction to an angle of 10° from its normal position.*
- b) *Equipment which has both a height of 1 m or more and a mass of 25 kg or more, and all floor-standing equipment, has a force applied at its top, or at a height of 2 m if the equipment has a height of more than 2 m. The force is 250 N, or 20 % of the weight of the equipment, whichever is less, and is applied in all directions except upwards. Jacks used in NORMAL USE, and doors, drawers, etc., intended to be opened by an OPERATOR, are in their least favourable positions.*
- c) *Floor-standing equipment has a force of 800 N applied downwards at the point of maximum moment to*
 - 1) all horizontal working surfaces;*
 - 2) other surfaces providing an obvious ledge and which are not more than 1 m above floor level.*

During the tests, the equipment shall not overbalance.

Conformity with the marking requirement is checked by inspection.

7.4 Provisions for lifting and carrying

If carrying handles or grips are fitted to, or supplied with, the equipment, they shall be capable of withstanding a force of four times the weight of the equipment.

Equipment or parts having a mass of 18 kg or more shall be provided with a means for lifting and carrying or directions shall be given in the manufacturer's documentation.

Conformity is checked by inspection and by the following test.

A single handle or grip is subjected to a force corresponding to four times the weight of the equipment. The force is applied uniformly over a 70 mm width at the centre of the handle or grip, without clamping. The force is steadily increased so that the test value is attained after 10 s and maintained for a period of 1 min.

If more than one handle or grip is fitted, the force is distributed between the handles or grips in the same proportion as in NORMAL USE. If the equipment is fitted with more than one handle or grip but is so designed that it may readily be carried by only one handle or grip, each handle or grip shall be capable of sustaining the total force.

The handles or grips shall not break loose from the equipment and there shall not be any permanent distortion, cracking or other evidence of failure.

7.5 Wall mounting

Mounting brackets on equipment intended to be mounted on a wall or ceiling shall withstand a force of four times the weight of the equipment.

Conformity is checked after mounting the equipment in accordance with the manufacturer's instructions, using the fasteners and wall construction specified. Adjustable brackets are adjusted to the position that will give the maximum projection from the wall.

If no wall construction is specified, a 10 mm $\pm$ 2 mm thick plaster board (drywall) on nominal 50 mm $\times$ 100 mm $\pm$ 10 mm studs at 400 mm $\pm$ 10 mm centres is to be used as the support surface. Fasteners are applied as specified in the instructions but, if not specified, are positioned in the plasterboard between the studs.

The mounting brackets are then subjected to the weight of the equipment plus a test weight of three times the weight of the equipment, acting vertically through the centre of gravity. The test weight is applied gradually and is increased from zero to full load in 5 s to 10 s, then maintained for 1 min.

After the test, there shall be no damage to the bracket or the mounting surface.

7.6 Expelled parts

Equipment shall contain or limit the energy of parts which could cause a HAZARD if expelled in the event of a fault.

The means of protection against expelled parts shall not be removable without the aid of a TOOL.

Conformity is checked by inspection after application of the relevant fault conditions of 4.4.

8 Mechanical resistance to shock and impact

Equipment shall not cause a HAZARD when subjected to shock and impact likely to occur in NORMAL USE. Equipment 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 and, except for FIXED EQUIPMENT, the appropriate test of 8.2. The equipment is not operated during the tests. Parts which do not form part of an ENCLOSURE are not subjected to the tests of 8.1.

After completion of the tests, the equipment shall pass the voltage tests of 6.8 (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) no moving parts are exposed, except as permitted by 7.2;*
- f) 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 ignored. Breakage of any part which is not part of an ENCLOSURE is ignored.

8.1 ENCLOSURE rigidity test

8.1.1 Static test

The equipment is held firmly against a rigid support and subjected to a force of 30 N applied by the hemispherical end of a hard rod of 12 mm diameter. The rod is applied to each part of the ENCLOSURE which is ACCESSIBLE when the equipment is ready for use, and which could cause a HAZARD if distorted, including any part of the bottom of PORTABLE EQUIPMENT.

In case of doubt whether a non-metallic ENCLOSURE will pass this test at an elevated temperature, this test is performed after the equipment is operated at an ambient temperature of 40 °C, or the maximum RATED ambient temperature if higher, until a steady-state condition is reached. The equipment is disconnected from the supply source before the test is performed.

8.1.2 Dynamic test

Bases, covers, etc., intended to be removed and replaced by the OPERATOR have their fixing screws tightened using a torque likely to be applied in NORMAL USE. The test is carried out with the equipment held firmly against a rigid support onto any point on surfaces which are ACCESSIBLE in NORMAL USE and which would be likely to cause a HAZARD if damaged.

Non-metallic ENCLOSURES of equipment with a minimum RATED ambient temperature below 2 °C are cooled to the minimum RATED ambient temperature, then tested within 10 min.

A maximum of three points is tested using a steel sphere. The energy level is 5 J.

The striking element is a 50 mm diameter steel sphere with a mass of 500 g $\pm$ 25 g.

The test is performed as shown in figure 4. The height X is 1 m for 5 J.

Alternatively, the drop test (see figure 4 a)) can be performed with the element mounted at 90° to its normal position.

After the test, HAZARDOUS LIVE parts behind visibly damaged windows or displays shall not be ACCESSIBLE and other parts of the ENCLOSURE shall meet the requirements for BASIC INSULATION.

The following equipment and parts are not subjected to the test:

- a) panel meters;
- b) HAND-HELD EQUIPMENT;
- c) direct plug-in equipment;
- d) components or windows not forming part of the ENCLOSURE.

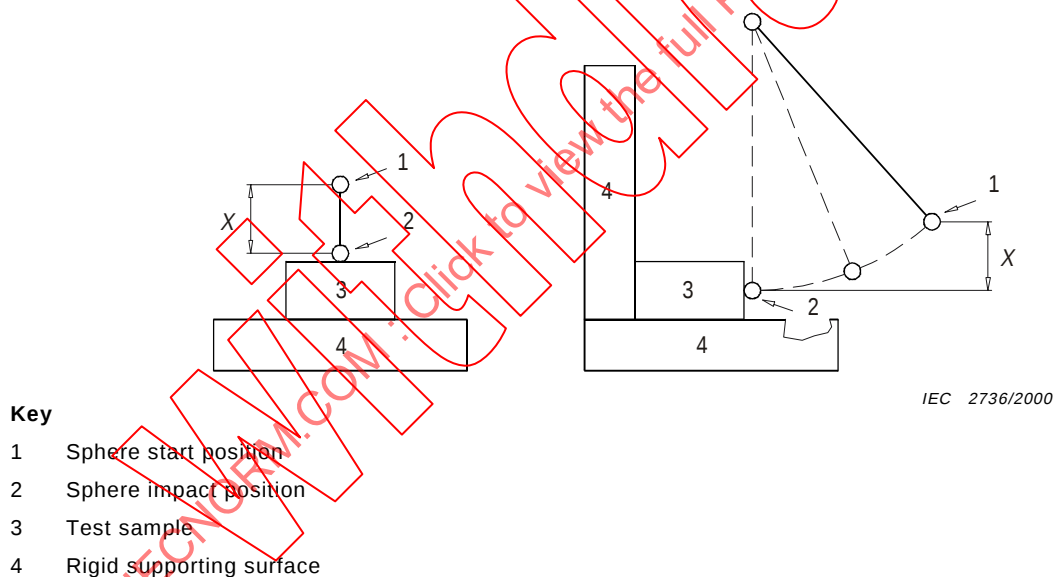


Figure 4 – Impact test using sphere

8.2 Drop test

8.2.1 Equipment other than HAND-HELD EQUIPMENT and direct plug-in equipment

The test is carried out as follows:

- a) *for equipment with a mass up to 20 kg, a corner drop test, as specified in 8.2.1.1;*
- b) *for equipment with a mass over 20 kg but up to 100 kg, a face drop test, as specified in 8.2.1.2;*
- c) *for FIXED EQUIPMENT and for equipment with a mass over 100 kg, no test is required.*

NOTE If the equipment consists of two or more units, the value for the mass refers to the mass of each individual unit. However, if one or more units are intended to be attached to, or supported by, another unit, these units are treated as a single unit.

The method of test shall not allow the equipment to topple onto the next face instead of falling back onto the test face as intended, nor roll around the next edge.

If the number of bottom edges exceeds four, the number of drops shall be limited to four edges.

8.2.1.1 Corner drop test

The equipment is placed in its position of NORMAL USE on a smooth, hard rigid surface of concrete or steel. One bottom edge is raised above the test surface by placing a wooden stud 10 mm high under one corner, and a 20 mm wooden stud under an adjacent corner. The equipment is then lifted above the test surface by rotating it about the edge on the two studs, until the other corner adjacent to the 10 mm stud is raised $100 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$, or so that the angle made by the equipment and the test surface is 30° , whichever condition is less severe. It is then allowed to fall freely onto the test surface. The equipment is subjected to one drop on each of four bottom corners by applying the test along four bottom edges in turn.

8.2.1.2 Face drop test

The equipment is placed in its position of NORMAL USE on a smooth, hard, rigid surface of concrete or steel. It is then tilted about one bottom edge so that the distance between the opposite edge and the test surface is $25 \text{ mm} \pm 2,5 \text{ mm}$, or so that the angle made by the bottom and the test surface is 30° , whichever is less severe. It is then allowed to fall freely onto the test surface.

8.2.2 HAND-HELD EQUIPMENT and direct plug-in equipment

HAND-HELD EQUIPMENT and direct plug-in equipment is dropped once through a distance of 1 m on to a 50 mm thick hardwood board having a density of more than 700 kg/m^3 lying flat on a rigid base such as concrete block. The equipment is dropped so that it lands in the position expected to present the most severe condition.

Non-metallic ENCLOSURES of equipment with a minimum RATED ambient temperature below 2°C are cooled to the minimum RATED ambient temperature, then tested within 10 min.

9 Protection against the spread of fire

There shall be no spread of fire outside the equipment in NORMAL CONDITION or in SINGLE FAULT CONDITION. Figure 5 is a flow chart showing methods of conformity verification.

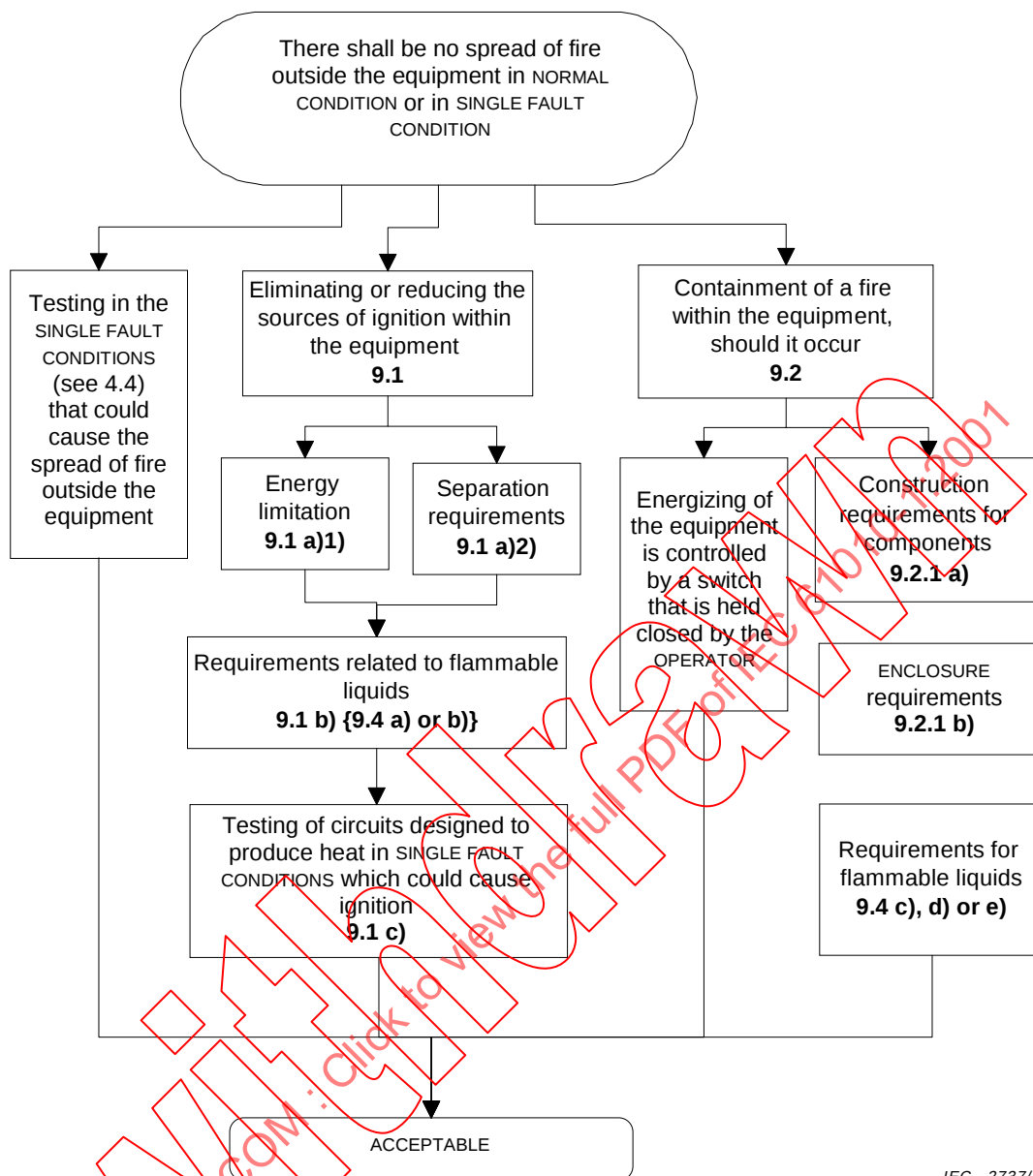
Conformity is checked by at least one of the following methods.

- a) Testing in the SINGLE FAULT CONDITIONS (see 4.4) that could cause the spread of fire outside the equipment. The conformity criteria of 4.4.4.3 shall be met.*
- b) Verifying elimination or reduction of the sources of ignition within the equipment as specified in 9.1.*
- c) Verifying, as specified in 9.2, that if a fire occurs it will be contained within the equipment.*

These alternative methods can be applied throughout the equipment or individually for different sources of HAZARDS or for different areas of the equipment.

NOTE 1 Methods b) and c) are based on fulfilling specified design criteria, in contrast to method a) which relies entirely on testing in specified SINGLE FAULT CONDITIONS.

NOTE 2 See 13.2.2 concerning protection against fire caused by batteries.



IEC 2737/2000

Figure 5 – Flow chart to explain the requirements for protection against the spread of fire

9.1 Eliminating or reducing the sources of ignition within the equipment

NOTE All circuits of the equipment which cannot be classified as limited-energy circuits (see 9.3) are considered to be an ignition source of fire, in which case either the method of 9 a) or the method of 9 c) is used.

The risk of ignition and occurrence of fire is considered to be reduced to a tolerable level if the following requirements are met for each source of ignition HAZARD.

a) Either 1) or 2):

- 1) The voltage, current and power available to the circuit or part of equipment is limited as specified in 9.3.

Conformity is checked by measurement of limited-energy values as specified in 9.3.

- 2) Insulation between parts at different potentials meets the requirements for BASIC INSULATION, or it can be demonstrated that bridging the insulation will not cause ignition.

Conformity is checked by inspection and in case of doubt by test.

b) Any ignition HAZARD related to flammable liquids is reduced to a tolerable level as specified in 9.4.

Conformity is checked as specified in 9.4.

c) In circuits designed to produce heat, no ignition occurs when tested in any SINGLE FAULT CONDITION (see 4.4) which could cause ignition.

Conformity is checked by the relevant tests of 4.4, applying the criteria of 4.4.4.3.

9.2 Containment of fire within the equipment, should it occur

The risk of the spread of fire outside the equipment is considered to be reduced to a tolerable level if the equipment meets one of the following constructional requirements.

- a) Energizing of the equipment is controlled by a switch that is held closed by the OPERATOR.
- b) The equipment and the equipment ENCLOSURE conform to the constructional requirements of 9.2.1 and the requirements of 9.4 b) or c) are met.

Conformity is checked by inspection and as specified in 9.2.1 and 9.4.

9.2.1 Constructional requirements

The following constructional requirements shall be met.

- a) Insulated wire shall have a flammability classification equivalent FV-1, or better, of IEC 60707, connectors and insulating material on which components are mounted shall have a flammability classification FV-2, or better, of IEC 60707. (Also see 14.8 for requirements for printed circuit boards.)

Conformity is checked by inspection of data on materials, or by performing the FV tests specified in IEC 60707 on three samples of the relevant parts. The samples may be any of the following:

- 1) complete parts;
- 2) sections of a part, including the area with the least wall thickness and any ventilation openings;
- 3) specimens in accordance with IEC 60707.

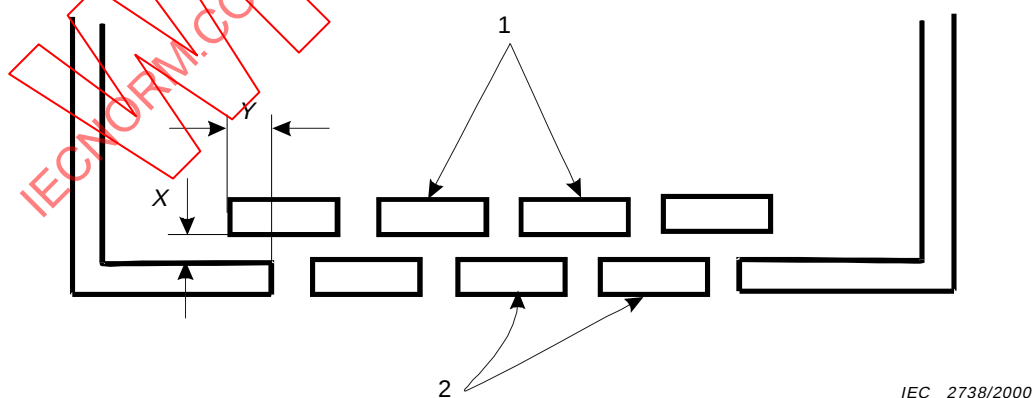
b) The ENCLOSURE shall meet the following requirements.

- 1) The bottom shall have no openings or, to the extent specified in figure 7, shall be constructed with baffles as specified in figure 6, or be made of metal, perforated as specified in table 12, or be a metal screen with a mesh not exceeding 2 mm × 2 mm centre to centre and a wire diameter of at least 0,45 mm.
- 2) The sides shall have no openings within the area that is included within the inclined line C in figure 7.
- 3) The ENCLOSURE, and any baffle or flame BARRIER, shall be made of metal (except magnesium) or of non-metallic materials having a flammability classification of FV-1 or better, of IEC 60707.
- 4) The ENCLOSURE, and any baffle or flame BARRIER, shall have adequate rigidity.

Conformity is checked by inspection. In case of doubt, the flammability classification of requirement b)3) is checked as in a).

Table 12 – Acceptable perforation of the bottom of an ENCLOSURE

Minimum thickness	Maximum diameter of holes	Minimum spacing of holes centre to centre
mm	mm	mm
0,66	1,14	1,70 (233 holes/645 mm ²)
0,66	1,19	2,36
0,76	1,15	1,70
0,76	1,19	2,36
0,81	1,91	3,18 (72 holes/645 mm ²)
0,89	1,90	3,18
0,91	1,60	2,77
0,91	1,98	3,18
1,00	1,60	2,77
1,00	2,00	3,00

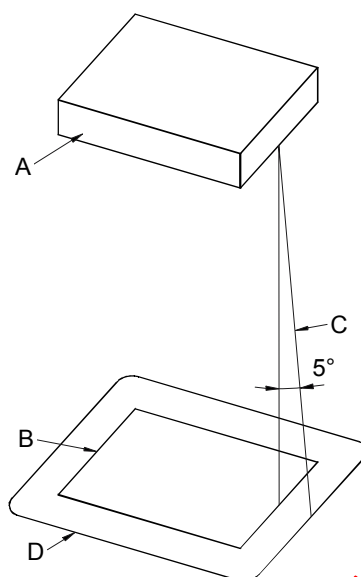


Y = twice X but never less than 25 mm

Key

- 1 Baffle plates (may be below the bottom of the ENCLOSURE)
- 2 Bottom of ENCLOSURE

Figure 6 – Baffle



Key

- A Part or component of the equipment that is considered to be a source of fire HAZARD. This consists of an entire component or part of the equipment if it is not otherwise shielded, or the unshielded portion of a component that is partially shielded by its casing.
- B Projection of the outline of A on the horizontal plane.
- C Inclined line that traces out the minimum area of the bottom and sides to be constructed as specified in 9.2.1 b)1) and 9.2.1 b)2). This line projects at a 5° angle from the vertical at every point around the perimeter of A and is oriented so as to trace out the maximum area.
- D Minimum area of the bottom to be constructed as specified in 9.2.1 b) 1).

Figure 7 – Area of the bottom of an ENCLOSURE to be constructed as specified in 9.2.1 b) 1)

9.3 Limited-energy circuit

A limited-energy circuit is a circuit that meets all the following criteria.

- a) The potential appearing in the circuit is not more than 30 V r.m.s. and 42,4 V peak, or 60 V d.c.
- b) The current that can appear in the circuit is limited by one of the following means:
 - 1) the maximum available current is limited inherently or by impedance so that it cannot exceed the relevant value of table 13;
 - 2) current is limited by an overcurrent protective device according to table 14;
 - 3) a regulating network limits the maximum available current so that it cannot exceed the relevant value of table 13 in NORMAL CONDITION or as a result of one fault in the regulating network;
- c) It is separated by at least BASIC INSULATION from other circuits that would result in energy values exceeding criteria a) and b) above.

If an overcurrent protective device is used, it shall be a fuse or a non-adjustable non-self-resetting electromechanical device.

Conformity is checked by inspection and by measuring the potentials appearing in the circuit, the maximum available current, under the following conditions:

- 1) the potentials appearing in the circuit are measured in the load condition that maximizes the voltage;
- 2) output current is measured after 60 s of operation, with the resistive load (including short circuit) which produces the highest value of current.

Table 13 – Limits of maximum available current

Open-circuit output voltage (U) V			Maximum available current A
AC r.m.s.	DC	Peak (see note)	
≤ 20	≤ 20	$\leq 28,3$	8
$20 < U \leq 30$	$20 < U \leq 30$	$28,3 < U \leq 42,4$	8
–	$30 < U \leq 60$	–	$150/U$
NOTE The peak value applies to non-sinusoidal a.c. and to d.c. with ripple exceeding 10 %.			

Table 14 – Overcurrent protective device

Potential appearing in the circuit (U) V			Current that the protection device breaks after not more than 120 s (see notes 2 and 3) A
AC r.m.s.	DC	Peak (see note 1)	
≤ 20	≤ 20	$\leq 28,3$	10
$20 < U \leq 30$	$20 < U \leq 60$	$28,3 < U \leq 42,4$	$200/U$
NOTE 1 The peak value applies to non-sinusoidal a.c. and to d.c. with ripple exceeding 10 %.			
NOTE 2 The evaluation shall be based on the specified time-current breaking characteristics of the protection device which is different from the rated breaking current. (For example, an ANSI/UL248-14 5 A fuse is specified to break 10 A or less at 120 s and an IEC 60127 T type 4 A fuse is specified to break at 8,4 A or less at 120 s.)			
NOTE 3 The breaking current of fuses is dependent on temperature, and this has to be taken into account if the ambient temperature of a fuse is significantly higher than the room ambient.			

9.4 Requirements for equipment containing or using flammable liquids

Flammable liquids contained in, or specified for use with, the equipment shall not cause the spread of fire in NORMAL CONDITION or in SINGLE FAULT CONDITION.

The risks arising from flammable liquids are considered to be reduced to a tolerable level if one of the following requirements is met.

- a) The temperature of the surface of the liquid and parts in contact with the surface, in NORMAL CONDITION and SINGLE FAULT CONDITION, is limited to a temperature not exceeding $t - 25\text{ °C}$, where t is the fire point of the liquid (see 10.3 b)).

NOTE 1 Fire point is the temperature to which a liquid must be heated (under specified conditions) so that the vapour/air mixture at the surface will support a flame for at least 5 s when an external flame is applied and withdrawn.

- b) The quantity of liquid is limited to an amount that could not cause the spread of fire.
- c) If the liquid can be ignited, the flames are contained to prevent the spread of fire outside the equipment. Detailed instructions for use shall be provided to establish adequate risk-reduction procedures (see 5.4.4).

Conformity with a) and b) is checked by inspection and by temperature measurement as specified in 10.4.

Conformity with c) is checked as specified in 4.4.4.3.

NOTE 2 For liquids with hazardous combustion products, it may be convenient to use a different liquid with similar burn characteristics.

9.5 Overcurrent protection

Equipment intended to be energized from, or connected to, a MAINS supply shall be protected by fuses, circuit-breakers, thermal cut-outs, impedance limiting circuits or similar means, to provide protection against excessive energy being drawn from the MAINS in case of a fault in the equipment. This limits the development of a fault and the probability of the start and spread of fire. Overcurrent protection devices may also provide protection against electric shock in case of fault.

Overcurrent protection devices shall not be fitted in the protective conductor. Fuses or single pole circuit-breakers shall not be fitted in the neutral conductor of multi-phase equipment.

NOTE 1 Overcurrent protection devices (for example, fuses) should preferably be fitted in all supply conductors. If fuses are used as overcurrent protection devices, the fuse holders should be mounted adjacent to each other. The fuses should be of the same RATING and characteristic. Overcurrent protection devices should preferably be located on the supply side of the MAINS CIRCUITS in the equipment, including any MAINS switch. It is recognized that, in equipment generating high frequencies, it is essential for the interference suppression components to be located between the MAINS supply and the overcurrent protection devices.

NOTE 2 In some equipment, the operation of the overcurrent protection device(s) may need to be detected and indicated.

9.5.1 PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT

Overcurrent protection devices in the equipment are optional. If none is fitted, the manufacturer's instructions shall specify the overcurrent protection devices required in the building installation.

Conformity is checked by inspection.

9.5.2 Other equipment

If overcurrent protection is provided, it shall be within the equipment.

Conformity is checked by inspection.

10 Equipment temperature limits and resistance to heat

10.1 Surface temperature limits for protection against burns

Easily touched surfaces shall not exceed the values of table 15 in NORMAL CONDITION, or 105 °C in SINGLE FAULT CONDITION, at an ambient temperature of 40 °C, or the maximum RATED ambient temperature if higher.

If easily touched heated surfaces are necessary for functional reasons, they are permitted to exceed the values of table 15 in NORMAL CONDITION and to exceed 105 °C in SINGLE FAULT CONDITION, provided that they are recognizable as such by appearance or function or are marked with symbol 13 of table 1 (see 5.2).

Surfaces protected by guards that prevent them from being touched accidentally are not considered to be easily touched surfaces, provided that the guards cannot be removed without the use of a TOOL.

Table 15 – Surface temperature limits in NORMAL CONDITION

Part	Limit °C
1 Outer surface of ENCLOSURE	
a) metal	70
b) non-metallic	80
c) small areas that are not likely to be touched in NORMAL USE	100
2 Knobs and handles	
a) metal	55
b) non-metallic	70
c) non-metallic parts that in NORMAL USE are held only for short periods	85

Conformity is checked by measurement as specified in 10.4, and by inspection of guards to check that they protect against accidentally touching surfaces that are at temperatures above the values of table 15, and that they cannot be removed without the aid of a TOOL.

10.2 Temperatures of windings

If a HAZARD could be caused by excessive temperature, the temperature of the insulating material of windings shall not exceed the values of table 16 in NORMAL CONDITION or SINGLE FAULT CONDITION.

Conformity is checked by measurement as specified in 10.4, in NORMAL CONDITION and in the applicable SINGLE FAULT CONDITIONS of 4.4.2.4, 4.4.2.9 and 4.4.2.10, and also in any other SINGLE FAULT CONDITIONS that could cause a HAZARD as a result of excessive temperature.

Table 16 – Insulation material of windings

Class of insulation (see IEC 60085)	NORMAL CONDITION °C	SINGLE FAULT CONDITION °C
Class A	105	150
Class B	130	175
Class E	120	165
Class F	155	190
Class H	180	210

10.3 Other temperature measurements

The following other measurements are made, if applicable, for the purposes of other sub-clauses. Tests are made in NORMAL CONDITION unless stated.

- The temperature of a field-wiring TERMINAL box or compartment is measured if there is a possibility that it could exceed 60 °C at an ambient temperature of 40 °C, or the maximum RATED ambient temperature if higher (in connection with the marking requirement of 5.1.8).
- The temperature of the surface of flammable liquids, and parts in contact with the surface, is measured in the SINGLE FAULT CONDITIONS of 4.4.2.9 and 4.4.2.10 (in connection with 9.4 a)).
- The temperature of non-metallic ENCLOSURES is measured during the test of 10.5.1 (to establish a base temperature for the test of 10.5.2).
- The temperature of parts made of insulating material which are used to support parts connected to the MAINS supply (to establish a temperature for test a) of 10.5.3).
- The temperature of TERMINALS carrying a current exceeding 0,5 A and if substantial heat could be dissipated in case of poor contact (to establish a temperature for test a) of 10.5.3).

10.4 Conduct of temperature tests

Equipment is tested under reference test conditions. Unless a particular SINGLE FAULT CONDITION specifies otherwise, the manufacturer's instructions concerning ventilation, cooling liquid, limits for intermittent use, etc. are followed. Any cooling liquid shall be at the highest RATED temperature.

Maximum temperature can be determined by measuring the temperature rise under reference test conditions and adding this rise to 40 °C, or to the maximum RATED ambient temperature if higher.

The temperature of insulating material of windings is measured as the temperature of winding wire and of core lamination in contact with the insulating material. It can be determined by the resistance method or by using temperature sensors selected and positioned so that they have a negligible effect on the temperature of the winding. The latter method is used if the windings are non-uniform or if it is difficult to measure resistance.

Temperatures are measured when steady state has been reached.

10.4.1 Temperature measurement of heating equipment

Equipment intended to produce heat for functional purposes is tested in a test corner.

The test corner consists of two walls at right angles, a floor and, if necessary, a ceiling, all of plywood approximately 20 mm thick and painted matt black. The linear dimensions of the test corner should be at least 15 % greater than those of the equipment under test. Equipment is positioned at the distances from the walls, ceiling, or floor specified by the manufacturer. If no distances are specified then:

- a) equipment normally used on a floor or a table is placed as near to the walls as possible;*
- b) equipment normally fixed to a wall is mounted on one of the walls, as near to the other wall and to the floor or ceiling as is likely to occur in NORMAL USE;*
- c) equipment normally fixed to a ceiling is fixed to the ceiling as near to the walls as is likely to occur in NORMAL USE.*

10.4.2 Equipment intended for installation in a cabinet or a wall

Such equipment is built in as specified in the installation instructions, using walls of plywood painted matt black, approximately 10 mm thick when representing the walls of a cabinet, approximately 20 mm thick when representing the walls of a building.

10.5 Resistance to heat

10.5.1 Integrity of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES

CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES shall meet the requirements of 6.7 when the equipment is operated at an ambient temperature of 40 °C, or the maximum RATED ambient temperature if higher.

Conformity, in cases of doubt if the equipment produces an appreciable amount of heat, is checked by operating the equipment 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 6.7.

If the ENCLOSURE is non-metallic, the temperature of parts of the ENCLOSURE is measured during the above test for the purposes of 10.5.2.

10.5.2 Non-metallic ENCLOSURES

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

Conformity is checked by test, after one of the following treatments.

- a) A non-operative treatment, in which the equipment, not energized, is stored for 7 h at 70 °C ± 2 °C, or at 10 °C ± 2 °C above the temperature measured during the test of 10.5.1, whichever is higher. If the equipment contains components that might be damaged by this treatment, an empty ENCLOSURE may be treated, followed by assembly of the equipment at the end of the treatment.*

- b) An operative treatment, in which the equipment is operated under the reference test conditions of 4.3, except that the ambient temperature is $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ above $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, or above the maximum RATED ambient temperature if higher than $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

After the treatment, no HAZARDOUS LIVE PARTS shall be ACCESSIBLE, the equipment shall pass the tests of 8.1 and 8.2 and, in case of doubt, additionally the tests of 6.8 (without humidity preconditioning).

10.5.3 Insulating material

Insulating material shall have adequate resistance to heat.

- a) Parts that are made of insulating material, and which are used to support other parts that are connected to the MAINS supply, shall be made of insulating materials that will not cause a HAZARD if short circuits occur inside the equipment.
- b) If in NORMAL USE, TERMINALS carry a current exceeding 0,5 A and if substantial heat could be dissipated in case of poor contact, the insulation which supports the TERMINALS shall be made of material that will not soften to an extent that could cause a HAZARD or further short circuits.

In case of doubt, conformity is checked by examination of material data. If the material data is not conclusive, one of the following tests is performed.

- 1) A sample of the insulating material, at least 2,5 mm thick, is subjected to a ball-pressure test using the test apparatus of figure 8. The test is made in a heating cabinet at the temperature measured as specified in 10.3 d) or 10.3 e) $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, or at $125\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, whichever is higher. The part to be tested is supported so that its upper surface is horizontal, and the spherical part of the apparatus is pressed against this surface with a force of 20 N. After 1 h the apparatus is removed and the sample is cooled within 10 s to approximately room temperature by immersion in cold water. The diameter of the impression caused by the ball shall not exceed 2 mm.

NOTE 1 If necessary, the required thickness may be obtained by using two or more sections of the part.

NOTE 2 For bobbins, only those parts that support or retain TERMINALS in position are subjected to the test.

- 2) The Vicat softening test of ISO 306, method A. The Vicat softening temperature shall be at least $130\text{ }^{\circ}\text{C}$.

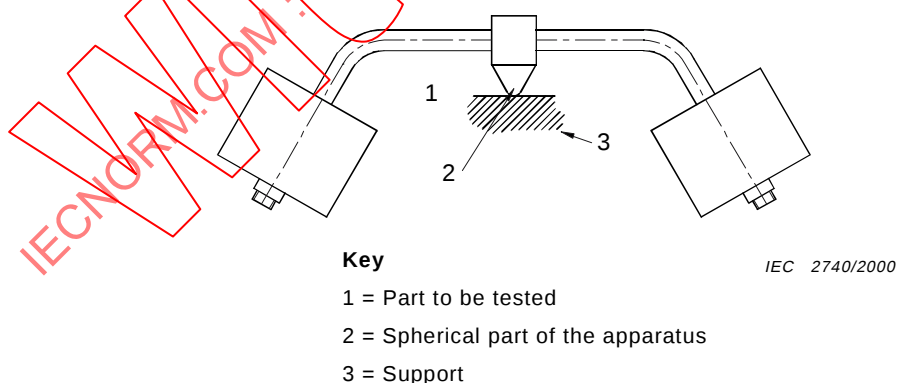


Figure 8 – Ball-pressure test apparatus

11 Protection against HAZARDS from fluids

11.1 General

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

Fluids such as cleaning fluids (except those specified by the manufacturer) and beverages are not considered.

Conformity is checked by the treatment and tests of 11.2 to 11.5.

11.2 Cleaning

If a cleaning or decontamination process is specified by the manufacturer, this shall not cause a direct HAZARD, nor an electrical HAZARD, nor a HAZARD resulting from corrosion or other weakening of structural parts relied upon for safety.

Conformity is checked by cleaning the equipment three times if a cleaning process is specified and decontaminating the equipment once if a decontamination process is specified, in accordance with the manufacturer's instructions. If, immediately after this treatment, there are any signs of wetting of parts likely to cause a HAZARD, the equipment shall pass the voltage test of 6.8 (without humidity preconditioning) and ACCESSIBLE parts shall not exceed the limits of 6.3.1.

11.3 Spillage

If, in NORMAL USE, liquid is likely to be spilt into the equipment, the equipment shall be designed so that no HAZARD will occur, for example as a result of the wetting of insulation or of internal uninsulated parts that are HAZARDOUS LIVE.

Conformity shall be checked by inspection. In case of doubt, 0,2 l of water is poured steadily from a height of 0,1 m over a period of 15 s onto each point in turn where liquid might gain access to electrical parts. Immediately after this treatment, the equipment shall pass the voltage test of 6.8 (without humidity preconditioning) and ACCESSIBLE parts shall not exceed the limits of 6.3.1.

11.4 Overflow

Liquid overflowing from any container in the equipment which can be overfilled shall not cause a HAZARD during NORMAL USE, for example as a result of the wetting of insulation or of internal uninsulated parts that are HAZARDOUS LIVE.

Equipment likely to be moved while a container is full of liquid shall be protected against liquid surging out from the container.

Conformity is checked by the following treatment and tests. The liquid container is completely filled. A further quantity of liquid equal to 15 % of the capacity of the container or 0,25 l, whichever is the greater, is then poured in steadily over a period of 60 s. If equipment is likely to be moved while a container is full of liquid, it is then tilted 15° in the least favourable direction from the position of NORMAL USE, the container being refilled if it is necessary to do this in more than one direction. Immediately after this treatment, the equipment shall pass the voltage test of 6.8 (without humidity preconditioning) and ACCESSIBLE parts shall not exceed the limits of 6.3.1.

11.5 Battery electrolyte

Batteries shall be so mounted that safety cannot be impaired by leakage of their electrolyte.

Conformity is checked by inspection.

11.6 Specially protected equipment

If the equipment is RATED and marked by the manufacturer as conforming to one of the stated degrees of protection of IEC 60529, it shall resist the entry of water to the extent specified.

Conformity is checked by inspection and by subjecting the equipment to the appropriate treatment of IEC 60529, after which the equipment shall pass the voltage test of 6.8 (without humidity preconditioning) and ACCESSIBLE parts shall not exceed the limits of 6.3.1.

11.7 Fluid pressure and leakage

NOTE Equipment meeting the requirements of this subclause may not be accepted as conforming to national requirements relating to high pressures. Annex G describes requirements and tests which are accepted as evidence of conformity with national regulations in the USA, in Canada, and in some other countries.

11.7.1 Maximum pressure

The maximum pressure to which a part of the equipment can be subjected in NORMAL USE or SINGLE FAULT CONDITION shall not exceed the RATED maximum working pressure (P_{RATED}) for the part.

The maximum pressure shall be considered to be the highest of the following:

- a) the RATED maximum supply pressure specified for an external source;
- b) the pressure setting of an overpressure safety device provided as part of the assembly;
- c) the maximum pressure that can be developed by an air compressor that is part of the assembly, unless the pressure is limited by an overpressure safety device.

Conformity is checked by inspection of the RATINGS of the parts and, if necessary, by measuring pressures.

11.7.2 Leakage and rupture at high pressure

Fluid-containing parts of equipment which in NORMAL USE have both of the following characteristics shall not cause a HAZARD through rupture or leakage:

- a) a product of pressure and volume greater than 200 kPa·l;
- b) a pressure greater than 50 kPa.

Conformity is checked by the following hydraulic test.

The test pressure is the maximum permissible working pressure multiplied by a factor obtained from figure 9. Any overpressure safety device which is used to limit the maximum working pressure is to be inactivated during the test.

The pressure is raised gradually to the specified test value and is held at that value for 1 min. The sample is not to burst, suffer from permanent (plastic) deformation, or leak. Leakage at a gasket during this test is not considered to constitute failure unless it occurs at a pressure below 40 % of the required test value, or below the maximum permissible working pressure, whichever is the greater.

No leakage is allowed from fluid-containing parts intended for toxic, flammable, or otherwise hazardous substances.

If unmarked fluid-containing parts and pipes cannot be hydraulically tested, integrity is to be verified by other suitable tests, for example, pneumatic tests using suitable media, at the same test pressure as for the hydraulic test.

As an exception to the above requirements, fluid-containing parts of refrigeration systems are to meet the relevant requirements of IEC 60335.

11.7.3 Leakage from low-pressure parts

Leakage from fluid-containing parts at lower pressures shall not cause a HAZARD. See also 5.4.5.

Conformity is checked by inspection of the RATINGS of parts and, if necessary, by subjecting the parts to a fluid pressure of two times the maximum pressure in NORMAL USE. No leakage is to occur which could cause a HAZARD.

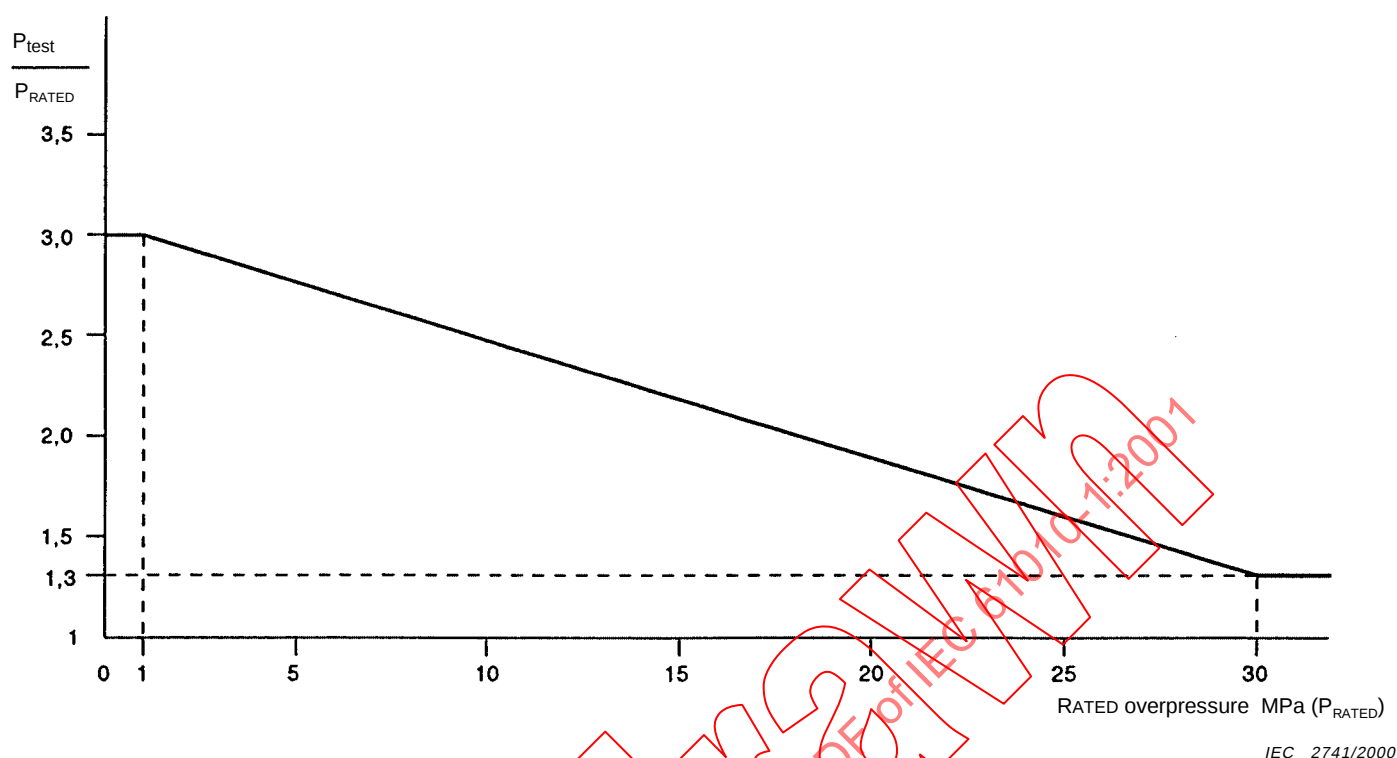


Figure 9 – Ratio between hydraulic test pressure and RATED maximum working pressure

11.7.4 Overpressure safety device

An overpressure safety device shall not operate in NORMAL USE, shall conform to the requirements of ISO 4126-1, and to the following requirements.

- It shall be connected as close as possible to the fluid-containing parts of the system that it is intended to protect.
- It shall be installed so as to provide easy access for inspection, maintenance and repair.
- It shall not be capable of being adjusted without the use of a TOOL.
- It shall have its discharge opening so located and directed that the released material is not directed towards any person.
- It shall have its discharge opening so located and directed that operation of the device will not deposit material on parts that may cause a HAZARD.
- It shall have adequate discharge capacity to ensure that, in the event of a failure of the supply pressure control, the pressure does not exceed the RATED maximum working pressure of the system.
- There shall be no shut-off valve between an overpressure safety device and the parts that it is intended to protect.

Conformity is checked by inspection and test.

12 Protection against radiation, including laser sources, and against sonic and ultrasonic pressure

12.1 General

The equipment shall provide protection against the effects of internally generated ultraviolet, ionizing and microwave radiation; laser sources, and sonic and ultrasonic pressure.

Conformity tests are carried out if the equipment is likely to cause such HAZARDS.

12.2 Equipment producing ionizing radiation

12.2.1 Ionizing radiation

For equipment containing radioactive substances and intended to emit ionizing radiation outside the ENCLOSURE, the effective dose rate at any easily reached point 100 mm from the outer surface of the equipment shall not exceed 1 $\mu\text{Sv/h}$.

For other equipment, the effective dose rate of unintended stray radiation at any easily reached point 50 mm from the outer surface of the equipment shall not exceed 5 $\mu\text{Sv/h}$. This includes cathode ray tubes and equipment in which electrons are accelerated by voltages exceeding 5 kV, as well as equipment containing radioactive substances and not intended to emit ionizing radiation outside the ENCLOSURE.

NOTE 1 See IEC 60405, for further information on the requirements for equipment which utilizes ionizing radiation.

NOTE 2 For X-ray and gamma radiation: 1 $\mu\text{Sv/h}$ = 0,1 mR/h and 5 $\mu\text{Sv/h}$ = 0,5 mR/h.

Conformity is checked by measuring the amount of radiation in the conditions that will produce maximum radiation. The method of determining the amount of radiation shall be effective over the range of possible radiation energies.

Equipment containing cathode-ray tubes is tested while displaying a pattern from each beam not exceeding 30 mm $\times$ 30 mm or the smallest possible display, whichever is smaller. Displays are positioned so as to produce maximum radiation.

12.2.2 Accelerated electrons

The equipment shall be so constructed that compartments in which electrons are accelerated by voltages exceeding 5 kV cannot be opened without the use of a TOOL.

Conformity is checked by inspection.

12.3 Ultraviolet (UV) radiation

Equipment containing a UV source not designed to provide external UV illumination shall not permit unintentional escape of UV radiation that could cause a HAZARD.

NOTE Limits of maximum exposure to UV-B and UV-C are given by the IRPA Guidelines on protection against non-ionizing radiation.

Conformity is under consideration.

12.4 Microwave radiation

At all points in the vicinity of the apparatus, the power density of spurious microwave radiation at frequencies between 1 GHz and 100 GHz shall not exceed 10 W/m² at any point 50 mm away under reference test conditions. This requirement does not apply to parts of the apparatus where microwave radiation is propagated intentionally, for example, at waveguide output ports.

Conformity is checked by test.

12.5 Sonic and ultrasonic pressure

12.5.1 Sound level

If equipment produces noise at a level which could cause a HAZARD, the manufacturer shall measure the maximum sound pressure level which the equipment can produce (except that sound from alarms and from parts located remotely are not included) and shall calculate the maximum sound power level in accordance with ISO 3746 or ISO 9614-1.

Installation instructions shall specify how the RESPONSIBLE BODY can ensure that the sound pressure level from equipment, at its point of use after installation, will not reach a value which could cause a HAZARD. These instructions shall identify readily available and practicable protective materials or measures which may be used, including the fitting of noise-reducing baffles or hoods.

NOTE 1 A sound pressure level of 85 dBA above a reference sound pressure of 20 µPa is at present regarded by many authorities as the threshold at which a HAZARD may be caused. Special means, such as the use of protective earpieces, can make a higher level non-hazardous to the OPERATOR.

NOTE 2 The instructions for use should recommend that the sound pressure level be measured or calculated by the RESPONSIBLE BODY both at the OPERATOR'S position in NORMAL USE and at whatever point 1 m from the ENCLOSURE of the equipment has the highest sound pressure level.

Conformity is checked by measuring the maximum A-weighted sound pressure level at the OPERATOR'S position and at bystander positions, and if necessary, calculating the maximum A-weighted sound power level produced by the equipment, in accordance with either ISO 3746 or ISO 9614-1. The following conditions apply.

- a) *During measurement, any part necessary for the correct operation of the equipment and supplied by the manufacturer as an integral part of such equipment, for example, a pump, is fitted and operated as in NORMAL USE.*
- b) *Sound level meters used in the measurement conform either to type 1 of IEC 60651 or, if an integrated sound level meter, to type 1 of IEC 60804.*
- c) *The test room is semi-reverberant, with a hard reflecting floor. The distance between any wall or any other object and the surface of the equipment is not less than 3 m.*
- d) *The equipment is tested with the combination of load and other operating conditions (for example, pressure, flow, temperature) which creates the maximum sound pressure level.*

12.5.2 Ultrasonic pressure

If equipment produces ultrasound at a level which could cause a HAZARD, the manufacturer shall measure the maximum ultrasonic pressure level which the equipment can produce. When measured both at the OPERATOR's normal position and at 1 m from the position on the equipment with the highest pressure level, the ultrasonic pressure shall not exceed 110 dB above the reference pressure value of 20 μ Pa, for frequencies between 20 kHz and 100 kHz.

Conformity is checked by measuring the pressure under reference test conditions.

12.6 Laser sources

Equipment employing laser sources shall meet the requirements of IEC 60825-1.

Conformity is checked as specified in IEC 60825-1.

13 Protection against liberated gases, explosion and implosion

13.1 Poisonous and injurious gases

Equipment shall not liberate dangerous amounts of poisonous or injurious gases in NORMAL CONDITION.

The manufacturer's documentation shall state which potentially poisonous or injurious gases can be liberated, and the quantities.

Conformity is checked by inspection of the manufacturer's documentation. The wide variety of gases makes it impossible to specify conformity tests based on limit values, so reference should be made to tables of occupational threshold limit values.

13.2 Explosion and implosion

13.2.1 Components

If components liable to explode if overheated or overcharged are not provided with a pressure release device, protection for the OPERATOR shall be incorporated in the apparatus (see 7.6 concerning expelled parts).

Pressure release devices shall be located so that a discharge will not cause danger to the OPERATOR. The construction shall be such that any pressure release device shall not be obstructed.

Conformity is checked by inspection.

13.2.2 Batteries and battery charging

Batteries shall not cause explosion or produce a fire HAZARD as a result of excessive charge or discharge, or if a battery is installed with incorrect polarity. If necessary, protection shall be incorporated in the equipment, unless the manufacturer's instructions specify that it is for use only with batteries which have built-in protection.

If an explosion or fire HAZARD could occur through fitting a battery of the wrong type (for example, if a battery with built-in protection is specified) there shall be a warning marking (see 5.2) on or near the battery compartment or mounting and a warning in the manufacturer's instructions. An acceptable marking is symbol 14 of table 1.

If equipment has means for charging rechargeable batteries, and if non-rechargeable cells could be fitted and connected in the battery compartment, there shall be a marking (see 5.2) in or near the compartment. The marking shall warn against the charging of non-rechargeable batteries and indicate the type of rechargeable battery that can be used with the recharging circuit. An acceptable marking is symbol 14 of table 1.

The battery compartment shall be designed so that there is no possibility of explosion or fire caused by build-up of flammable gases.

Also see 11.5.

Conformity is checked by inspection, including inspection of battery data, to establish that failure of a single component cannot lead to an explosion or fire HAZARD. If necessary, a short circuit and an open circuit is made on any single component (except the battery itself) whose failure could lead to such a HAZARD.

For batteries intended to be replaced by the OPERATOR, an attempt is made to install a battery with its polarity reversed. No HAZARD shall arise.

13.2.3 Implosion of cathode ray tubes

Cathode-ray tubes with a maximum face dimension exceeding 160 mm, shall be intrinsically protected against the effects of implosion and against mechanical impact, unless an ENCLOSURE provides adequate protection.

A non-intrinsically protected tube shall be provided with an effective protective screen which cannot be removed without the use of a TOOL. If a separate screen of glass is used, it shall not be in contact with the surface of the tube.

A cathode-ray tube is considered to be intrinsically protected with respect to the effects of implosion if no additional protection is necessary when it is correctly mounted.

Conformity for cathode-ray tubes is checked as specified in IEC 60065.

13.2.4 Equipment RATED for high pressures

See 11.7.

14 Components

14.1 General

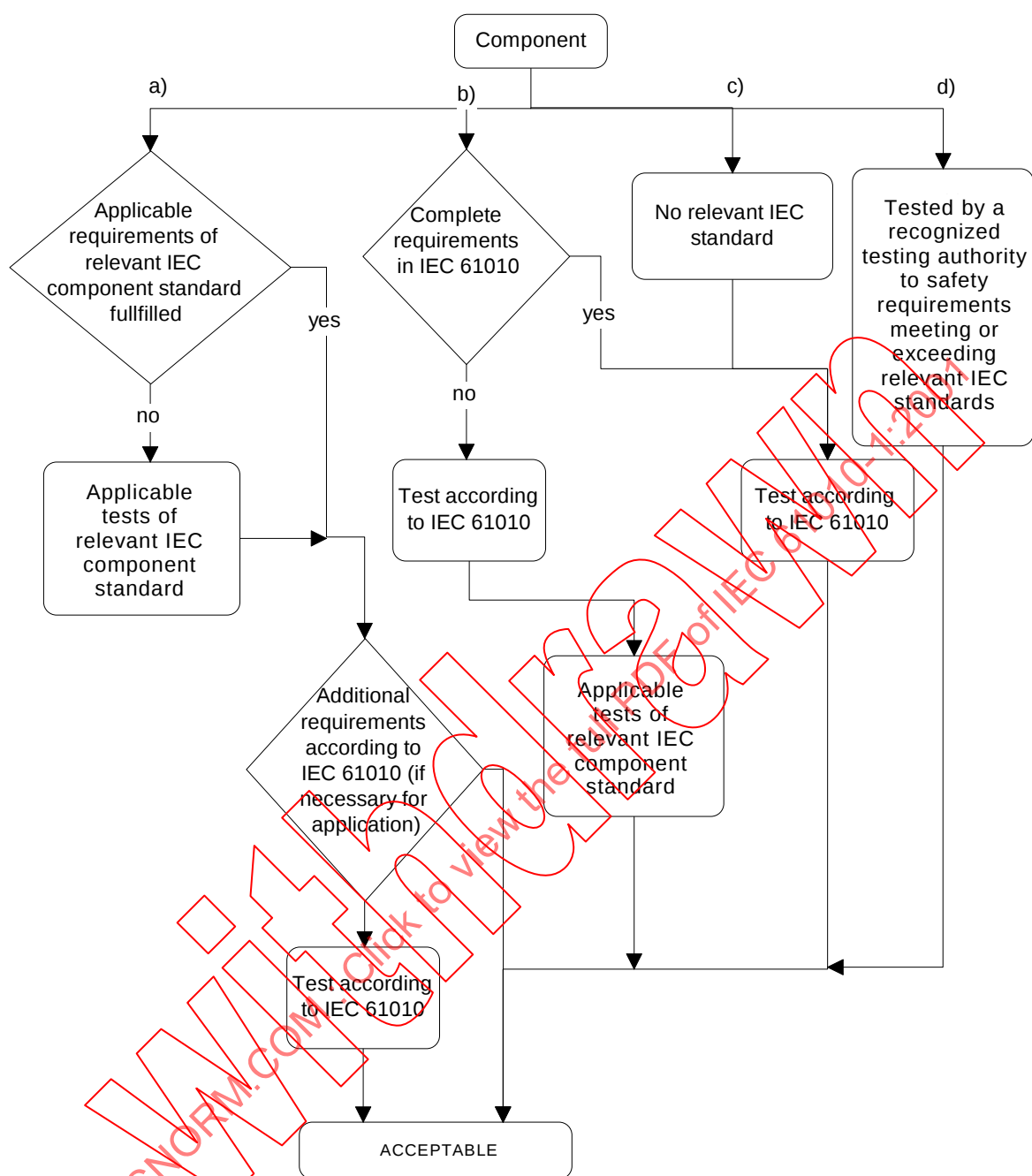
If safety is involved, components shall be used in accordance with their specified RATINGS unless a specific exception is made. They shall conform to one of the following:

- a) applicable safety requirements of a relevant IEC standard. Conformity with other requirements of the component standard is not required. If necessary for the application, components 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, where 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;
- d) applicable safety requirements of a non-IEC standard which are at least as high as those of the relevant IEC standard, provided that the component has been approved to the non-IEC standard by a recognized testing authority.

NOTE Tests performed by a recognized testing authority which confirm conformity with applicable safety requirements need not be retested, even if the tests were performed using a standard other than an IEC standard.

Figure 10 is a flow chart showing methods of conformity verification.

Conformity is checked by inspection and, if necessary, by test. No further tests are required for motors and transformers that have passed the applicable tests of 4.4.2.4, 4.4.2.6, 14.2 and 14.7.



IEC 2742/2000

Figure 10 – Flow chart for conformity options 14.1 a), b), c) and d)

14.2 Motors

14.2.1 Motor temperatures

Motors which, when stopped or prevented from starting (see 4.4.2.4), would present an electric shock HAZARD, a temperature HAZARD, or a fire HAZARD, shall be protected by an overtemperature or thermal protection device meeting the requirements of 14.3.

Conformity is checked in the fault condition of 4.4.2.4 by measurement of the temperature in SINGLE FAULT CONDITION as specified in 10.2.

14.2.2 Series excitation motors

Series excitation motors shall be connected direct to the devices driven by them if an overspeeding motor could cause a HAZARD.

Conformity is checked by inspection.

14.3 Overtemperature protection devices

Overtemperature protection devices are devices operating in SINGLE FAULT CONDITION and shall meet all of the following requirements:

- a) be constructed so that reliable function is ensured;
- b) be RATED to interrupt the maximum voltage and current of the circuit in which they are employed;
- c) not operate in NORMAL USE.

Overtemperature protection devices which operate in case of failure of a temperature control system shall be self-resetting only if the protected part of the equipment cannot continue to function.

Conformity is checked by studying the operating principle of the device and by the following tests, with the equipment operated in SINGLE FAULT CONDITION (see 4.4). The number of operations is as follows.

- 1) *Self-resetting overtemperature protection devices are caused to operate 200 times.*
- 2) *Non-self-resetting overtemperature protection devices, except thermal fuses, are reset after each operation and thus caused to operate 10 times.*
- 3) *Non-resetting overtemperature protective devices are caused to operate once.*

NOTE Forced cooling and resting periods may be introduced to prevent damage to the equipment.

During the test, resetting devices shall operate each time the SINGLE FAULT CONDITION is applied and non-resetting devices shall operate once. After the test, resetting devices shall show no sign of damage which could prevent their operation in a further SINGLE FAULT CONDITION.

14.4 Fuse holders

Fuse holders with fuses intended to be replaceable by an OPERATOR shall not permit access to parts which are HAZARDOUS LIVE during fuse replacement.

Conformity is checked by testing with the jointed test finger (see figure B.2) applied without force.

14.5 MAINS voltage selecting devices

Devices shall be constructed so that a change from one voltage or one type of supply to another cannot occur accidentally. The marking of voltage selecting devices is specified in 5.1.3 d).

Conformity is checked by inspection and manual test.

14.6 HIGH INTEGRITY components

If, in SINGLE FAULT CONDITION, a short circuit or an open circuit of a component could cause a HAZARD, HIGH-INTEGRITY components shall be used. HIGH-INTEGRITY components shall be constructed, dimensioned and tested in accordance with an applicable IEC standard, 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 Examples of 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 equipment;
- d) surge tests for resistors, see IEC 60065.

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.

14.7 MAINS transformers tested outside equipment

MAINS transformers tested outside the equipment (see 4.4.2.6) shall be tested in the same conditions as exist inside the equipment if these could affect the test results.

Conformity is checked by the short-circuit and overload tests specified in 4.4.2.6, followed by the test of 4.4.4.1 b) and c). If there is any doubt whether a transformer would pass the other tests specified in 4.4.4 and 10.2 when installed in the equipment, the tests are repeated with the transformer installed in the equipment.

14.8 Printed circuit boards

Printed circuit boards shall be made of material with a flammability classification of FV-1 of IEC 60707 or better.

This requirement does not apply to thin-film flexible printed circuit boards which contain limited-energy circuits meeting the requirements of 9.3.

Conformity of the flammability *RATING* is checked by inspection of data on the materials. Alternatively, conformity is checked by performing the FV tests specified in IEC 60707 on three samples of the relevant parts. The samples may be any of the following:

- a) complete parts;
- b) sections of the part, including the area with the least wall thickness and any ventilation openings;
- c) specimens in accordance with IEC 60707.

14.9 Circuits or components used as transient overvoltage limiting devices

If control of transient overvoltage is employed in the equipment, any overvoltage limiting component or circuit shall withstand 10 positive and 10 negative impulses with the applicable impulse withstand voltage of table 17, spaced up to 1 min apart, from a 1,2/50 μ s impulse generator (see IEC 60060). The generator shall produce an open-circuit voltage waveform of 1,2/50 μ s, a short-circuit current waveform of 8/20 μ s, with an output impedance (peak open-circuit voltage divided by peak short-circuit current) as specified in table 18.

For measuring circuits, the test voltage is specified in table 17. For other circuits, the test voltage is the same as that specified for measurement category II.

Table 17 – Impulse withstand voltages

Nominal a.c. or d.c. line-to-neutral voltage of MAINS supply	Specified impulse withstand voltage		
	Measurement category		
	II	III	IV
V	V	V	V
50	500	800	1 500
100	800	1 500	2 500
150	1 500	2 500	4 000
300	2 500	4 000	6 000
600	4 000	6 000	8 000
1 000	6 000	8 000	12 000

Table 18 – Output impedance for impulse generators

Measurement category	Output impedance Ω
III and IV	2
II	12 (see note)
NOTE Resistance can be added in series with a lower impedance generator to raise the impedance to the appropriate value.	

Conformity is checked by the above test. After the test there shall be no sign of overload, nor degradation of performance of a component.

NOTE Circuits or components used to control the temporary overvoltages described in IEC 60364-4-442 cannot be tested by the above test.

15 Protection by interlocks

15.1 General

Interlocks used to protect OPERATORS from HAZARDS shall prevent the OPERATOR from being exposed to the HAZARD before the HAZARD is removed and shall meet the requirements of 15.2 and 15.3.

Conformity is checked by inspection and by performing all relevant tests of this standard.

15.2 Prevention of reactivating

An interlock for the protection of an OPERATOR shall prevent the HAZARD being re-established by reactivating by hand until the action which caused the interlock to operate has been reversed or cancelled.

Conformity is checked by inspection and, if necessary, by attempting to operate by hand any interlock part which can be touched by the jointed test finger (see figure B.2).

15.3 Reliability

An interlock system for the protection of OPERATORS shall ensure that a single fault is either unlikely to occur during the expected life of the equipment, or cannot cause a HAZARD.

Conformity is checked by assessment of the system. In case of doubt, the interlock system or relevant parts of the system are cycled to switch the least favourable load in NORMAL USE. The number of cycles is twice the maximum number likely to occur during the expected life of the equipment. Switches are tested for at least 10 000 cycles of operation. Parts passing this test are considered to be HIGH-INTEGRITY components.

16 Test and measurement equipment

16.1 Current measuring circuits

Equipment with current measuring circuits intended for connection to current transformers without internal protection shall be adequately protected to prevent a HAZARD arising from interruption of these circuits during operation. Current measuring circuits shall be so designed that, when range changing takes place, there shall be no interruption which could cause a HAZARD.

Conformity is checked by inspection and overload tests at 10 times the maximum RATED current for 1 s. No interruption which could cause a HAZARD shall occur during the test.

A range-change switch or similar device in a current measuring circuit is checked by inspection, and by causing the device to switch the maximum RATED current 6 000 times. Upon completion of the 6 000 cycles of operation, there shall be no electrical or mechanical breakdown of the switching device or any undue pitting or burning of contacts.

16.2 Multifunction meters and similar equipment

Multifunction meters and similar equipment shall not cause a HAZARD in any possible combination of RATED input voltages, and settings of function and range controls. Possible HAZARDS include electric shock, fire, arcing and explosion.

Conformity is checked by the following test.

The maximum RATED voltage specified for any function is applied to each pair of TERMINALS in turn, in every combination of function and range controls. The test source connected to the equipment measuring TERMINALS during this test is limited to 3,6 kVA for measurement category I or measurement category II. For measurement category III or measurement category IV, the test circuit has to be capable of delivering 30 kVA.

During and after the tests, no HAZARD shall arise.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:2001

Annex A (normative)

Measuring circuits for ACCESSIBLE current (see 6.3)

NOTE This annex is based on IEC 60990, which specifies procedures for measuring ACCESSIBLE current, and also specifies the characteristics for test voltmeters.

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

The current is measured using the circuit of figure A.1. The current is 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.

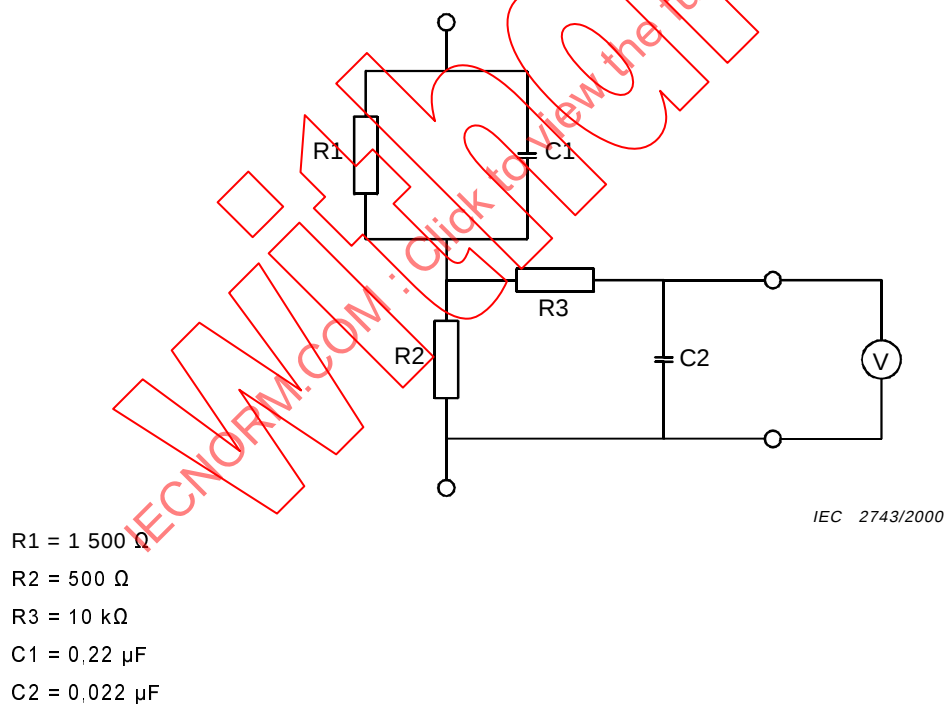


Figure A.1 – Measuring circuit for a.c. with frequencies up to 1 MHz and for d.c.

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

If the frequency does not exceed 100 Hz, the current may be measured using either of the circuits of figure A.2. When using the voltmeter, the current is calculated from:

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

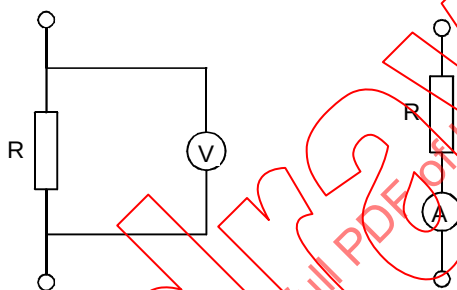
where

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.

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



$R = 2\,000\ \Omega$

IEC 2744/2000

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

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

The current is measured using the circuit of figure A.3. The current is calculated from:

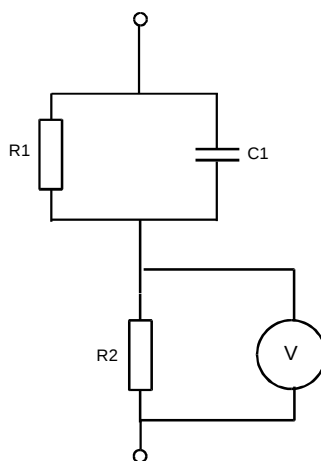
$$I = \frac{U}{500}$$

where

I is the current in amperes;

U is the voltage, in volts, indicated by the voltmeter.

This circuit compensates for the effects of high frequency on the physiological response of the body.



IEC 2745/2000

$R1 = 1\,500\ \Omega$

$R2 = 500\ \Omega$

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

Figure A.3 – Current measuring circuit for electrical burns

A.4 Current measuring circuit for wet contact

For wet contact the current is measured using the circuit of figure A.4. The current is calculated from:

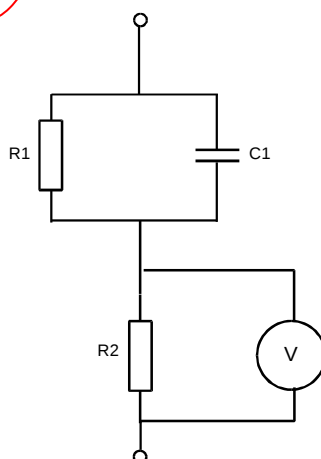
$$I = \frac{U}{500}$$

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 when there is no skin contact resistance.



IEC 2746/2000

$R1 = 375\ \Omega$

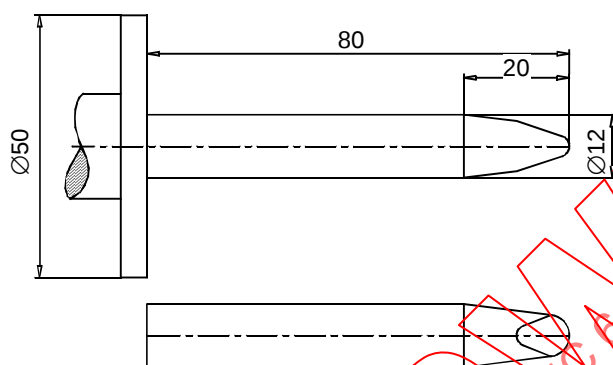
$R2 = 500\ \Omega$

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

Figure A.4 – Current measuring circuit for wet contact

Annex B (normative)

Standard test finger (see 6.2)

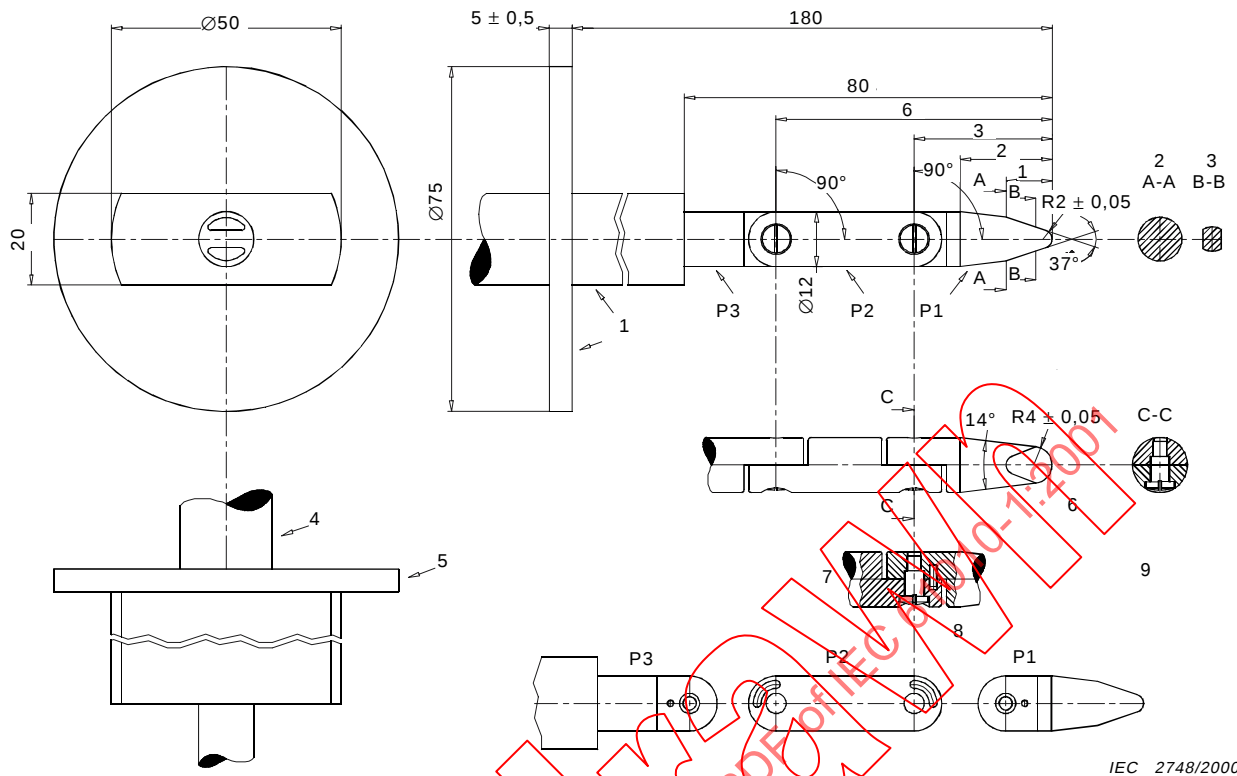


IEC 2747/2000

Dimensions in millimetres

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

Figure B.1 – Rigid test finger (test probe 11 of IEC 61032)



Key

- 1 = insulating material
- 2 = section AA
- 3 = section BB
- 4 = handle
- 5 = stop plate

- 6 = spherical
- 7 = detail x (example)
- 8 = side view
- 9 = chamfer all edges

Dimensions in millimetres

Tolerances on dimensions without specific tolerance:

- on angles: 0^{+10}_{-10}
- on linear dimensions:
 - up to 25 mm: $0^{+0}_{-0.05}$ mm
 - over 25 mm: ± 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 plane 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.

Figure B.2 – Jointed test finger (test probe B of IEC 61032)

Annex C (normative)

Measurement of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES

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

The dimension X specified in the following examples has a minimum value depending on the POLLUTION degree as given in table C.1.

Table C.1

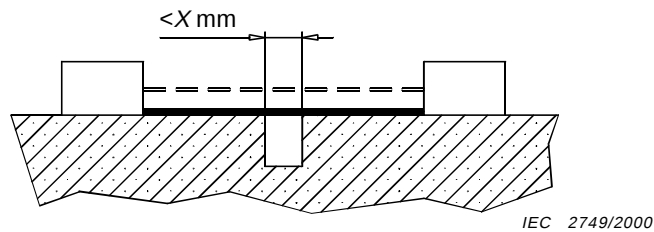
POLLUTION degree	Dimension X minimum value mm
1	0,25
2	1,0
3	1,5

If the associated CLEARANCE is less than 3 mm, the minimum dimension X may be reduced to one-third of this CLEARANCE.

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

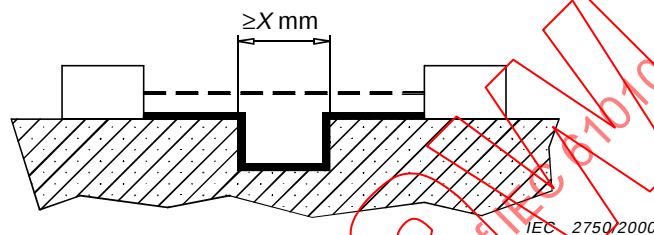
The following assumptions are made:

- a) where the distance across a groove is equal to or larger than 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 X and being placed in the least favourable position (see example 3);
- c) CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES measured between parts which can assume different positions in relation to each other are measured when these parts are in their least favourable position.



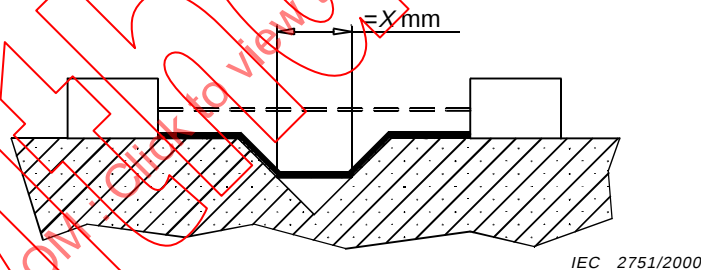
EXAMPLE 1 The path includes a parallel- or converging-sided groove of any depth with a width less than X .

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 .

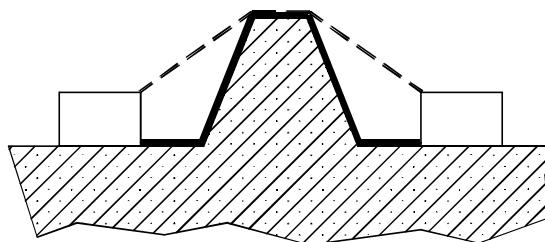
The CLEARANCE is the "line-of-sight" distance. The CREEPAGE DISTANCE follows the contour of the groove.



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

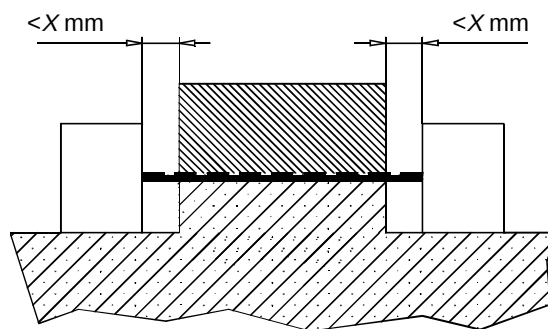
The CLEARANCE is the "line-of-sight" distance.

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.

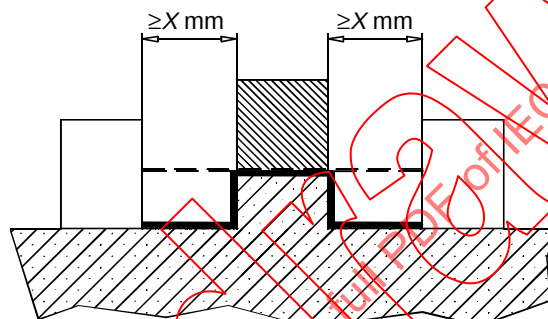
The CLEARANCE is the shortest direct air path over the top of the rib. The CREEPAGE DISTANCE follows the contour of the rib.



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.

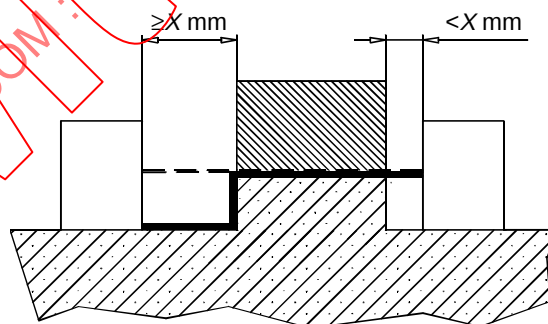


IEC 2754/2000

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

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

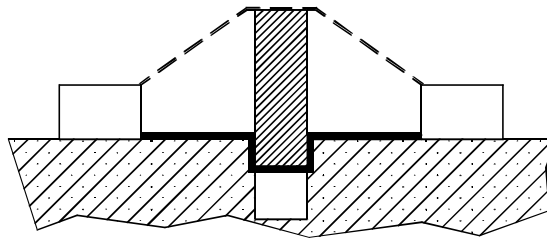
The CREEPAGE DISTANCE follows the contour of the grooves.



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.

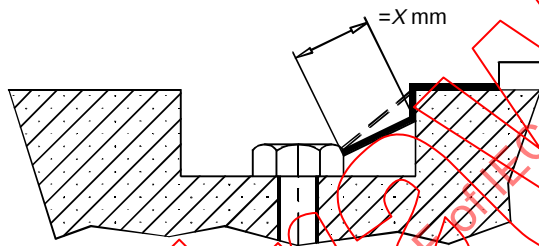
The CLEARANCE and the CREEPAGE DISTANCE are as shown.



IEC 2756/2000

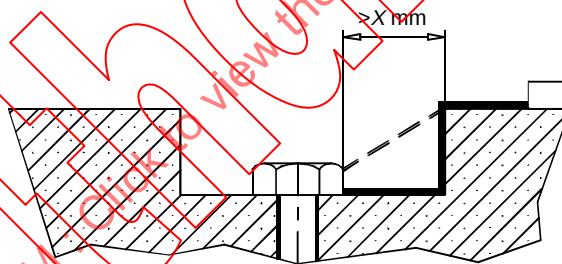
EXAMPLE 8 The CREEPAGE DISTANCE through the uncemented joint is less than the CREEPAGE DISTANCE over the BARRIER.

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



IEC 2757/2000

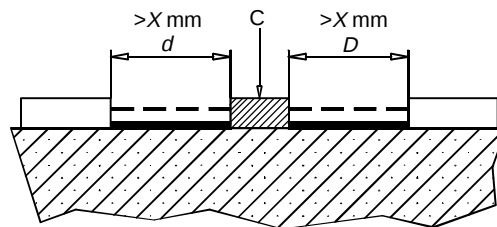
EXAMPLE 9 The gap between the head of the screw and the wall of the recess too narrow to be taken into account.



IEC 2758/2000

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 2759/2000

EXAMPLE 11 C = floating part

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

— CREEPAGE DISTANCE

— — — CLEARANCE

Figure C.1 – Examples of methods of measuring CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCES

Annex D (normative)

Parts between which insulation requirements are specified (see 6.4 and 6.5.2)

The following symbols are used in figures D.1 to D.3 to indicate:

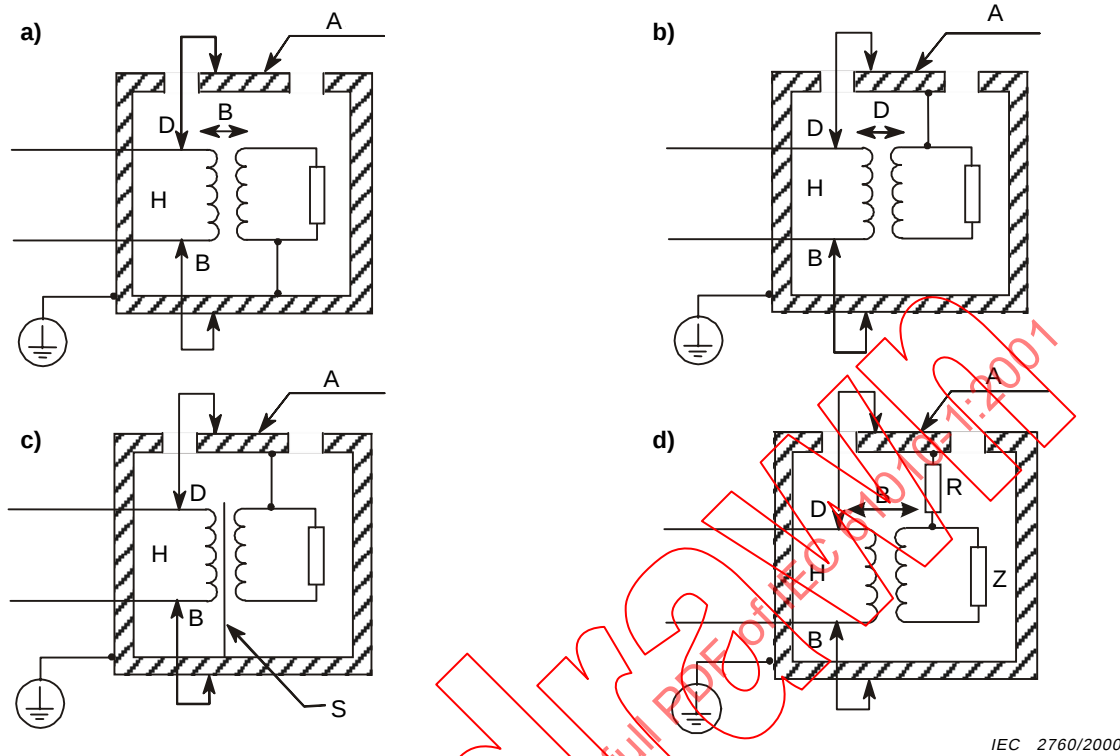
a) Requirements:

- B basic insulation is required
- D double insulation or reinforced insulation is required

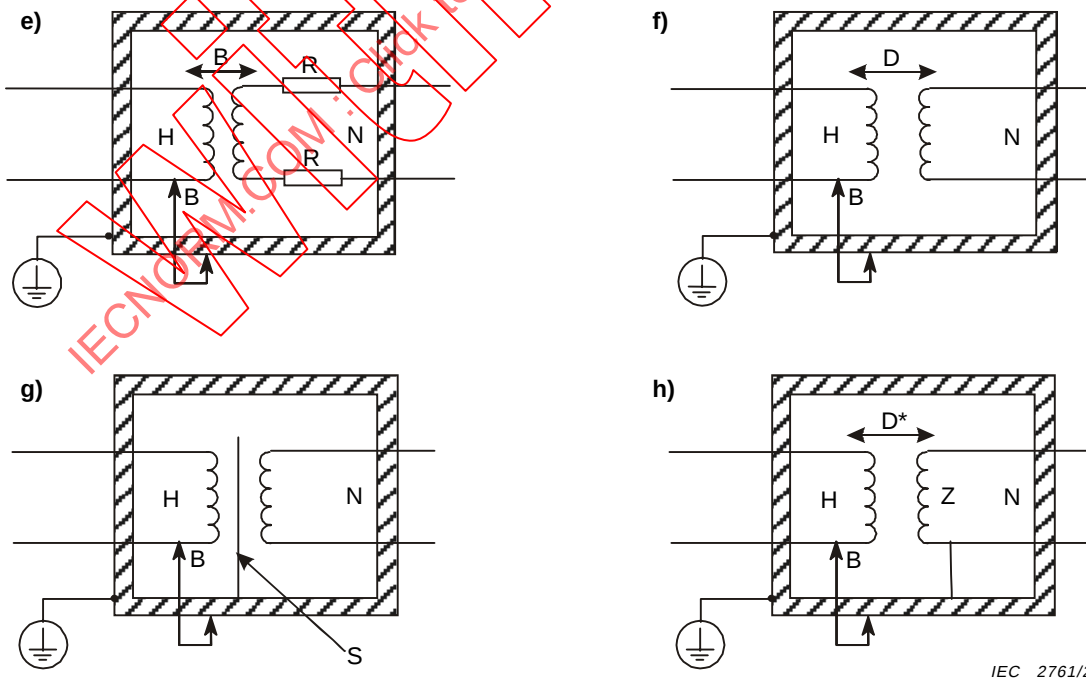
b) Circuits and parts:

- A accessible part, not bonded to the protective conductor terminal
- H circuit that is hazardous live in normal condition
- N circuit which does not exceed the values of 6.3.2 in NORMAL CONDITION
- R high impedance which, in combination with BASIC INSULATION, forms a PROTECTIVE IMPEDANCE (see 6.5.3 c))
- S protective screen
- T ACCESSIBLE external TERMINAL
- Z impedance of secondary circuit

The secondary circuits shown may also be regarded merely as parts.



Figures D.1 a) to D.1 d) – Protection between HAZARDOUS LIVE circuits and circuits not exceeding the values of 6.3.2 in NORMAL CONDITION and having external TERMINALS of ACCESSIBLE parts



D* may be B if Z is sufficiently low (see 6.6.1)

Figures D.1 e) to D.1 h) – Protection between HAZARDOUS LIVE circuits and other circuits which do not exceed the values of 6.3.2 in NORMAL CONDITION and which have external TERMINALS

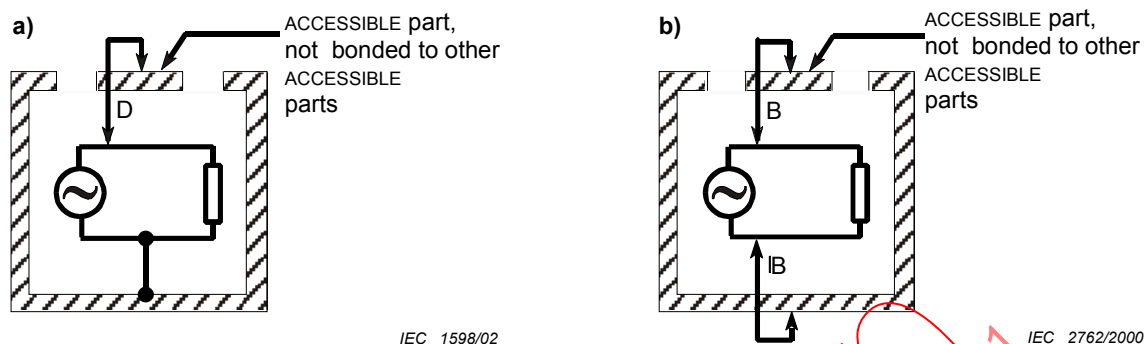


Figure D.2 a) and D.2 b) – Protection from a HAZARDOUS LIVE internal circuit for an ACCESSIBLE part which is not bonded to other ACCESSIBLE parts

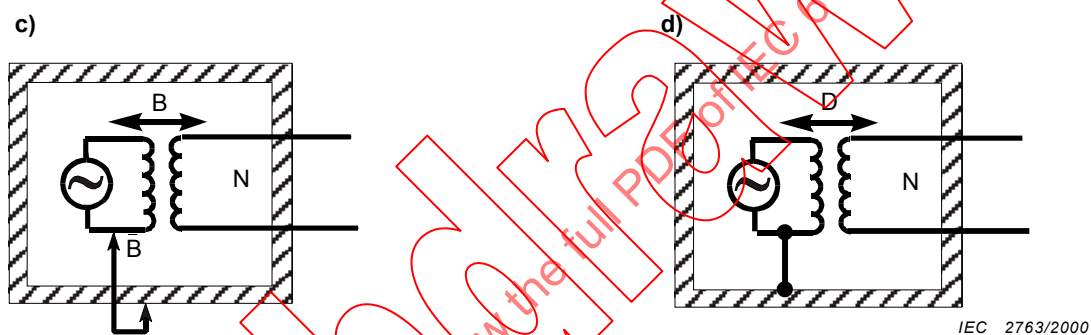


Figure D.2 c) and D.2 d) – Protection from a HAZARDOUS LIVE primary circuit for ACCESSIBLE TERMINALS of a secondary circuit which does not exceed the values of 6.3.2 in NORMAL CONDITION

NOTE Other means of protection are also possible for the circuits shown in figures D.2 c) and D.2 d), such as protective screening, PROTECTIVE BONDING of circuits (see 6.5.1) and PROTECTIVE IMPEDANCE (see 6.5.3).

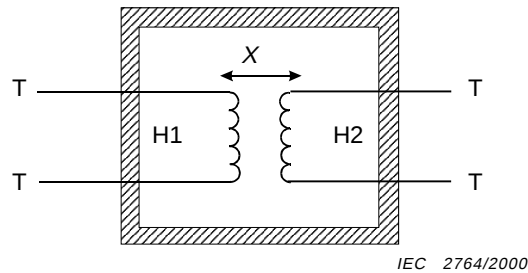


Figure D.3 – Protection of external ACCESSIBLE TERMINALS of two HAZARDOUS LIVE circuits

NOTE The requirement for insulation between an accessible part not bonded to the protective conductor terminal and either of the two hazardous live circuits is as shown in D.1 a) to D.1 d).

The test voltage for X is the most severe of the following:

B (basic) – if HAZARDOUS LIVE 1 and HAZARDOUS LIVE 2 are both connected, the test voltage is based on the highest RATED WORKING VOLTAGE that stresses the insulation between the circuits;

D (double) – if HAZARDOUS LIVE 1 is connected and the TERMINALS for HAZARDOUS LIVE 2 are ACCESSIBLE for connection purposes, the test voltage is based on the highest RATED WORKING VOLTAGE that stresses the insulation of HAZARDOUS LIVE 1;

D (double) – if HAZARDOUS LIVE 2 is connected and the TERMINALS for HAZARDOUS LIVE 1 are ACCESSIBLE for connection purposes, the test voltage is based on the highest RATED WORKING VOLTAGE that stresses the insulation of HAZARDOUS LIVE 2.

Annex E (normative)

Reduction of POLLUTION degrees

Table E.1 shows the reduction in the POLLUTION degree of the environment through the use of additional protection.

**Table E.1 – Reduction of the POLLUTION degree of internal environment
through the use of additional protection**

Additional protection	From POLLUTION DEGREE 2 of external environment to:	From POLLUTION DEGREE 3 of external environment to:
ENCLOSURE IPX4 of IEC 60529	2	2
ENCLOSURE IPX5 or IPX6 of IEC 60529	2	2
ENCLOSURE IPX7 or IPX8 of IEC 60529	2 (see note)	2 (see note)
Hermetically sealed ENCLOSURE	1	1
Constantly heated	1	1
Encapsulated	1	1
Coated	1	2
NOTE Reduction can be to POLLUTION DEGREE 1, if the equipment is manufactured with a low internal humidity and the manufacturer's instructions specify that, after opening the enclosure, closing must be carried out in a controlled humidity environment or a desiccant must be used.		

Annex F (normative)

ROUTINE TESTS

The manufacturer shall perform the tests of F.1 to F.3 on 100 % of equipment produced which has both HAZARDOUS LIVE parts and ACCESSIBLE conductive parts.

Unless it can be clearly shown that the result of the tests cannot be invalidated by subsequent manufacturing stages, tests shall be made with equipment fully assembled. The equipment shall not be unwired, modified or disassembled for the test, but snap-on covers and friction-fit knobs may be removed if they would interfere with the tests. The equipment shall not be energized during the tests, but the MAINS switch shall be in the on-position.

Wrapping the equipment in foil is not required, nor is humidity preconditioning necessary.

F.1 Protective earth

A continuity test is made between the earth pin of the appliance inlet or the MAINS plug of plug-connected equipment, or the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL of PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT on the one side, and all ACCESSIBLE conductive parts which are required by 6.5.1 to be connected to the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL on the other side.

NOTE No value is specified for the test current.

F.2 MAINS CIRCUITS

A test voltage as specified in 6.8 (without humidity preconditioning) for BASIC INSULATION is applied between the MAINS TERMINALS connected together on the one side, and all ACCESSIBLE conductive parts connected together on the other. For this test, the contacts of any output TERMINAL intended to be connected to circuits of other equipment which are not HAZARDOUS LIVE are considered to be ACCESSIBLE conductive parts.

The test voltage is raised to its specified value within 2 s and maintained for at least 2 s.

No breakdown or repeated flashover shall occur. Corona effects and similar phenomena are disregarded.

F.3 Other circuits

A test voltage is applied between the TERMINALS of floating input circuits, which can be HAZARDOUS LIVE in NORMAL USE, connected together on the one side, and ACCESSIBLE conductive parts connected together on the other.

A test voltage is also applied between the TERMINALS of floating output circuits, which can be HAZARDOUS LIVE in NORMAL USE, connected together on the one side, and ACCESSIBLE conductive parts connected on the other.

The value of the applied voltage in each case is 1,5 times the WORKING VOLTAGE. If voltage-limiting (clamping) devices operate below 1,5 times the WORKING VOLTAGE, the value of the applied voltage is 0,9 times the clamping voltage, but not less than that of the WORKING VOLTAGE.

NOTE In equipment which has ACCESSIBLE conductive parts connected to the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL, a connection can be made to the earth pin of the appliance inlet or MAINS plug. During this test, the equipment should be electrically isolated from any external earthing means.

No breakdown or repeated flashover shall occur. Corona effects and similar phenomena are disregarded.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:2001

Withdrawn

Annex G (informative)

Leakage and rupture from fluids under pressure

The requirements and tests of this annex are accepted in the USA, Canada, and in some other countries, as proof of conformity with national regulations relating to high pressures.

G.1 General

Fluid-containing parts of equipment under pressure shall not cause a HAZARD through rupture or leakage in NORMAL CONDITION OR SINGLE FAULT CONDITION.

Conformity is checked as specified in G.2 to G.4.

G.2 Pressures above 2 MPa and a product pressure and volume greater than 200 kPa·l

G.2.1 General

Fluid-containing parts of equipment which in NORMAL USE have both of the following characteristics shall not cause a HAZARD through rupture or leakage:

- a) a product of pressure and volume greater than 200 kPa·l;
- b) a pressure above 2 MPa.

NOTE Such equipment includes fluid-pressure-actuated equipment employing flexible bellows, diaphragms, Bourdon tubes, etc. and equipment such as flowmeters that are connected to process pressures RATED at or above 2 MPa.

Conformity is checked by inspection and by performing the hydrostatic tests of G.2.2 to G.2.6. Any overpressure safety device which is used to limit the maximum working pressure is inactivated during the tests.

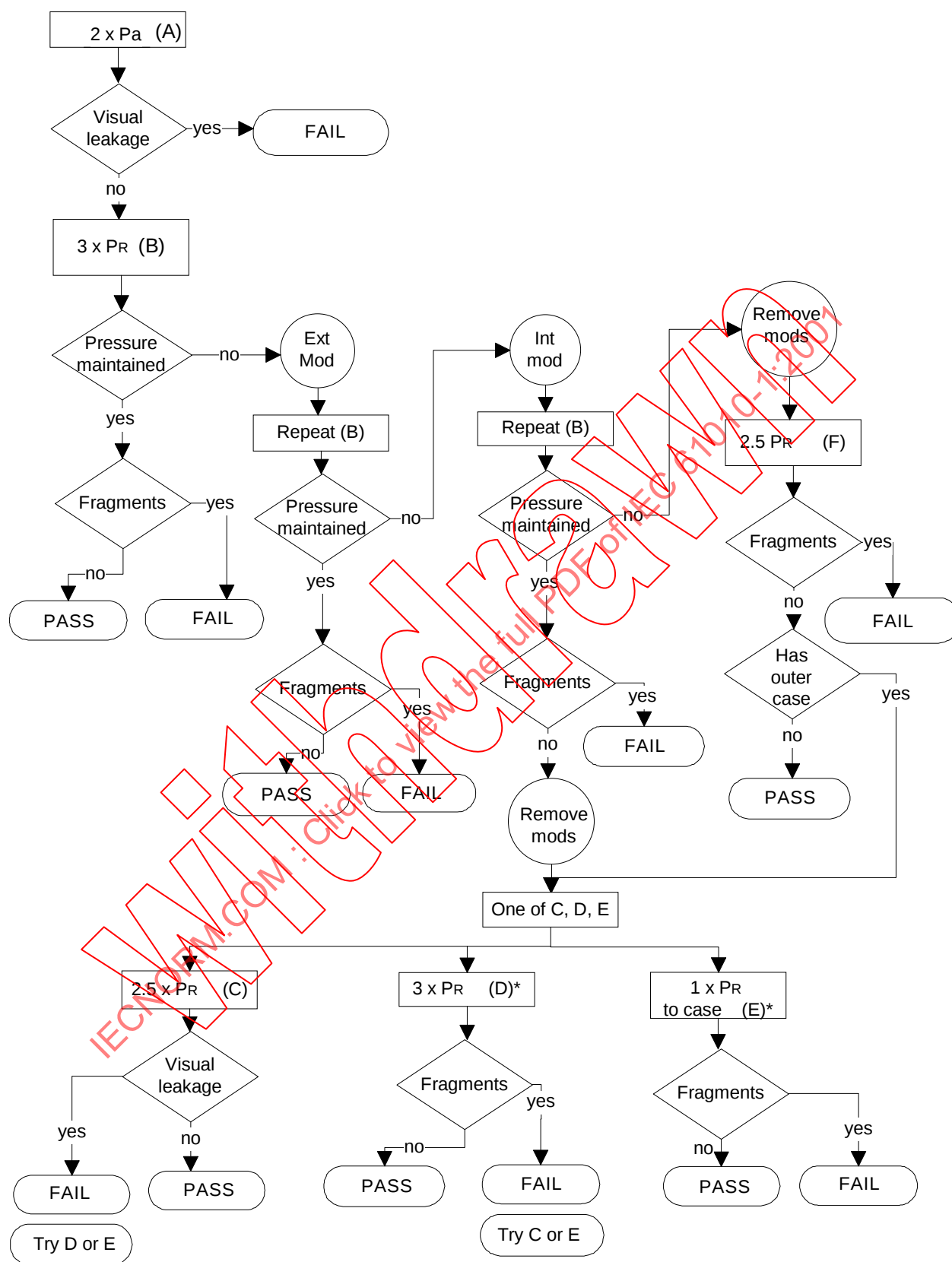
Figure G.1 is a flow chart showing methods of conformity verification.

*Test not valid for equipment intended for toxic, flammable, or otherwise hazardous material

Subclause references for tests A to F:

- | | |
|--------------|--------------|
| A = G.2.3 a) | D = G.2.5 b) |
| B = G.2.3 b) | E = G.2.5 c) |
| C = G.2.5 a) | F = G.2.6 |

P_{RATED} = RATED pressure



IEC 2765/2000

Key: see page 215

Figure G.1 – Conformity verification process (see G.2)

G.2.2 Conduct of hydrostatic tests for G.2.1

The part of the equipment that is normally subjected to the fluid pressure is filled with a suitable liquid, such as water, to exclude air, and is then connected to a hydraulic pump. The pressure is raised gradually to the specified test pressure.

Those portions of the equipment which normally receive indirect pressure loading, as in hydraulically coupled systems, are subjected to the test pressure at the same time, either through the original hydraulic filling fluid or, in its absence, by filling with the test liquid.

Test pressure values are based on RATED pressure (P_{RATED}). This is the maximum pressure as marked on the equipment or, if the value is marked, the maximum transient overpressure (maximum pressure which may be applied without permanent change in performance). In the case of differential pressure equipment, the RATED pressure is the higher of the working pressure and the static pressure.

Test pressure values specified in G.2.3 to G.2.6 apply to equipment with RATED pressure up to 14 MPa. For higher RATED pressures the values of table G.1 apply.

If it is specified that pressure is applied to "the equipment", this refers to that part of the equipment that is subjected to pressure in NORMAL USE. If it is specified that pressure is applied to "the outer casing" this refers to any unpressurized case, cover or housing that encloses all or part of the pressurized equipment, but that is not itself subjected to pressure in NORMAL USE.

G.2.3 Initial tests

The following tests are performed.

- a) *A pressure of $2 \times P_{\text{RATED}}$ is applied to the equipment for 1 min without any visible leakage.*
- b) *A pressure of $3 \times P_{\text{RATED}}$ is applied to the equipment for 1 min without any rupture or failure which results in fragments flying outside the equipment.*

During test b), leakage may occur because of splits in Bourdon tubes, diaphragms, or bellows, or because of joint or gasket failure. These are not considered to be test failures if the pressure can be maintained for 1 min. However, if leakage is at a rate which prevents pressure being maintained for 1 min, the modifications specified in G.2.4 may be made, and the test repeated.

- 1) *If the equipment passes the test of G.2.3 b) after modification only as specified in G.2.4 a), no further tests are performed.*
- 2) *If the equipment passes the test of G.2.3 b) after modification as specified in G.2.4 b), the modifications are removed, and one of the tests of G.2.5 is performed.*
- 3) *If the equipment again fails the test of G.2.3 b), the modifications are removed and the test of G.2.6 is performed.*

G.2.4 Modifications to minimize leakage

The following modifications may be made.

- a) External fittings may be modified to reduce leakage.
- b) A leaking gasket or a flexible seal (not part of the measuring element) which forms a structural partition between the part of the equipment that is under pressure in NORMAL USE and the outer casing may be replaced by a stronger non-functional member to reduce leakage.

G.2.5 Additional tests if modification succeeded in minimizing leakage

If any modification as specified in G.2.4 b) was made before successfully repeating the test of G.2.3 b), the equipment is restored to its original state, and one of tests a), b) or c) below is performed on the unmodified equipment. For equipment intended for toxic, flammable or otherwise hazardous substances, test a) is performed.

- a) A pressure of $2,5 \times P_{RATED}$ is applied to the equipment for 1 min without any visible leakage.
- b) A pressure of $3 \times P_{RATED}$ is applied to the equipment for 1 min without any rupture or failure which results in fragments flying outside the outer casing.

NOTE 1 In this case, even if the pressure of $3 \times P_{RATED}$ cannot be maintained within the equipment, leakage from the outer casing takes place at a rate which prevents a build-up of hazardous pressure.

- c) If the equipment has an outer casing capable of being pressurized, it is subjected to a pressure of P_{RATED} for 1 min without any rupture or failure which results in fragments flying outside the outer casing.

NOTE 2 In this case, rupture and flying fragments are prevented by the capability of the outer casing to resist pressure.

G.2.6 Additional test if modifications failed to reduce leakage

If the equipment failed the test of G.2.3 b) after the modifications of G.2.4, but the leakage serves as a pressure relief mechanism, the equipment conforms to the requirements of G.2.3 b) if, after removal of the modifications, it passes the test specified below and, if the equipment has an outer casing, also passes one of tests a), b), and c) of G.2.5.

A pressure of $2,5 \times P_{RATED}$ is applied to the equipment for 1 min without any rupture or failure which results in fragments flying outside the equipment.

Table G.1 – Test pressures for equipment with pressures above 14 MPa

P_{RATED}	Pressure for test of G.2.5 c)	Pressure for test of G.2.3 a)	Pressure for tests of G.2.5 a) and G.2.6	Pressure for tests of G.2.3 b) and G.2.5 b)
$> 14 \leq 70 \text{ MPa}$	P_{RATED}	$1,75 \times P_{RATED}$ plus 3,5 MPa	$2,0 \times P_{RATED}$ plus 7 MPa	$2,5 \times P_{RATED}$ plus 7 MPa
$> 70 \text{ MPa}$	P_{RATED}	$1,3 \times P_{RATED}$ plus 35 MPa	$1,5 \times P_{RATED}$ plus 42 MPa	$2,0 \times P_{RATED}$ plus 42 MPa

G.3 Pressures between 50 kPa and 2 MPa, and pressure times volume above 200 kPa·l

Fluid-containing parts of equipment which in NORMAL USE have both of the following characteristics shall not cause a HAZARD through rupture or leakage:

- a) a product of pressure and volume greater than 200 kPa·l;
- b) a pressure between 50 kPa and 2 MPa.

Conformity is checked by a hydrostatic test conducted as specified in G.2.2. Any overpressure safety device which is used to limit the maximum working pressure is inactivated during the test.

A pressure of $3 \times P_{RATED}$ is applied to the equipment for 1 min without leakage, permanent (plastic) deformation, or bursting. However, for equipment not intended for use with toxic, flammable, or otherwise hazardous substances, leakage at a gasket at a pressure above $1,2 \times P_{RATED}$ is acceptable.

If a hydrostatic test cannot be performed on unmarked fluid-containing parts or pipes, their integrity is verified by suitable equivalent tests, such as pneumatic tests at $3 \times P_{RATED}$.

As an exception to the above method of conformity verification, conformity of fluid-containing parts of refrigeration systems is checked as specified in IEC 60335.

G.4 Pressures below 50 kPa, or pressure times volume below 200 kPa·l

Leakage from fluid-containing parts at lower pressures, or with a product of pressure and volume below 200 kPa·l, shall not cause a HAZARD.

Conformity is checked by inspection of the RATINGS of parts and, if necessary, by subjecting the parts to a fluid pressure of twice the maximum pressure in NORMAL USE. The pressure is applied for 1 min. No leakage is to occur which could cause a HAZARD.

G.5 Overpressure safety devices

An overpressure safety device shall not operate in NORMAL USE and shall conform to all the following requirements.

- a) It shall be connected as close as possible to the fluid-containing parts of the system that it is intended to protect.
- b) It shall be installed so as to provide easy access for inspection, maintenance and repair.
- c) It shall not be capable of being adjusted without the use of a TOOL.
- d) It shall have its discharge outlet located and directed so that the released material is not directed towards any person.
- e) It shall have its discharge outlet located and directed so that operation of the device will not cause a HAZARD by depositing material that could cause deterioration of parts.

- f) It shall have sufficient discharge capacity to ensure that the pressure will not exceed $1,1 \times P_{\text{RATED}}$ if there is a failure of the supply pressure control.
- g) There shall be no shut-off valve between any overpressure safety device and the parts that it is intended to protect.

Also see 11.7.4.

Conformity is checked by inspection and test.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:2001

Withdrawn

Annex H (informative)

Index of defined terms

Term	Definition
ACCESSIBLE (OF A PART)	3.5.1
BARRIER	3.2.5
BASIC INSULATION	3.6.1
CLEARANCE	3.6.7
CREEPAGE DISTANCE	3.6.8
DOUBLE INSULATION	3.6.3
ENCLOSURE	3.2.4
FIXED EQUIPMENT	3.1.1
FUNCTIONAL EARTH TERMINAL	3.2.2
HAND-HELD EQUIPMENT	3.1.4
HAZARD	3.5.2
HAZARDOUS LIVE	3.5.3
HIGH INTEGRITY	3.5.4
MAINS	3.5.5
MAINS CIRCUIT	3.5.6
NORMAL CONDITION	3.5.10
NORMAL USE	3.5.9
OPERATOR	3.5.12
PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT	3.1.2
POLLUTION	3.6.5
POLLUTION DEGREE 1	3.6.6.1
POLLUTION DEGREE 2	3.6.6.2
POLLUTION DEGREE 3	3.6.6.3
PORTABLE EQUIPMENT	3.1.3
PROTECTIVE BONDING	3.5.8
PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL	3.2.3
PROTECTIVE IMPEDANCE	3.5.7
RATED (VALUE)	3.3.1
RATING	3.3.2
REINFORCED INSULATION	3.6.4
RESPONSIBLE BODY	3.5.13
ROUTINE TEST	3.4.2
SINGLE FAULT CONDITION	3.5.11
SUPPLEMENTARY INSULATION	3.6.2
TERMINAL	3.2.1
TOOL	3.1.5
TYPE TEST	3.4.1
WET LOCATION	3.5.14
WORKING VOLTAGE	3.3.3

Bibliography

IEC 60050(151):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050(826):1982, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations of buildings*

IEC 60079 (all parts), *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60127 (all parts), *Miniature fuses*

IEC 60204 (all parts), *Electrical equipment of industrial machines*

IEC 60270:1981, *Partial discharge measurements*

IEC 60320 (all parts), *Appliance couplers for household and similar general purposes*

IEC 60364-4-442:1993, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 44: Protection against overvoltages – Section 442: Protection of low-voltage installations against faults between high-voltage system and earth*

IEC 60364-4-443:1995, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 44: Protection against overvoltages – Section 443: Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching*

IEC 60405:1972, *Nuclear instruments: Constructional requirements to afford personal protection against ionizing radiation*

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

IEC 60439-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 60445:1999, *Basic and safety principles for man-machine interfaces, marking and identification – Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system*

IEC 60447:1993, *Man-machine-interface (MMI) – Actuating principles*

IEC 60521:1988, *Class 0.5, 1 and 2 alternating-current watt-hour meters*

IEC 60601 (all parts), *Medical electrical equipment*

IEC 60617-2:1996, *Graphical symbols for diagrams – Part 2: Symbol elements, qualifying symbols and other symbols having general application*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60950:1999, *Safety of information technology equipment*

IEC 60990:1999, *Methods of measurement of touch-current and protective conductor current*

IEC 61032:1997, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61326 (all parts), *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements*

IEC 61558 (all parts), *Safety of power transformers, power supply units and similar*

THE INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION [IRPA]. IRPA Guidelines on protection against non-ionizing radiation: Edited by A.S. Duchêne, J.R.A. Lakey, M.H. Repacholi. Pergamon Press. ISBN: 0 08 036097 1

Withd 2001
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:2001

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:2007

Withdrawn

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	122
INTRODUCTION	124
Articles	
1 Domaine d'application et objet	125
1.1 Domaine d'application	125
1.2 Objet	126
1.3 Vérification	126
1.4 Conditions d'environnement	127
2 Références normatives	127
3 Termes et définitions	129
3.1 Appareils et états des appareils	129
3.2 Parties et accessoires	129
3.3 Grandeurs électriques	130
3.4 Essais	130
3.5 Termes de sécurité	130
3.6 Isolation	132
4 Essais	133
4.1 Généralités	133
4.2 Séquence d'essais	134
4.3 Conditions de référence pour les essais	134
4.4 Essai en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT	136
5 Marquage, indications et documentation	140
5.1 Marquage et indications	140
5.2 Avertissements	145
5.3 Durabilité du marquage	145
5.4 Documentation	145
6 Protection contre les chocs électriques	148
6.1 Généralités	148
6.2 Détermination des parties ACCESSIBLES	148
6.3 Limites admissibles pour les parties ACCESSIBLES	149
6.4 Protection en CONDITION NORMALE	153
6.5 Protection en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT	153
6.6 Connexion aux circuits externes	157
6.7 DISTANCES DANS L'AIR et LIGNES DE FUITE	159
6.8 Procédure pour les essais de rigidité diélectrique	167
6.9 Prescriptions relatives à la construction pour la protection contre les chocs électriques	170
6.10 Raccordement à la source d'alimentation RÉSEAU et connexion entre les parties de l'appareil	171
6.11 Sectionnement de la source d'alimentation	174

Articles	Pages
7 Protection contre les risques mécaniques	176
7.1 Généralités	176
7.2 Parties mobiles	176
7.3 Stabilité	177
7.4 Moyens de levage et de transport	178
7.5 Montage mural	178
7.6 Parties éjectées	178
8 Résistance mécanique aux chocs et aux vibrations	179
8.1 Essai de rigidité de l'ENVELOPPE	179
8.2 Essai de chute	181
9 Protection contre la propagation du feu	182
9.1 Elimination ou réduction de l'inflammation à l'intérieur de l'appareil	184
9.2 Retenue du feu à l'intérieur de l'appareil s'il se déclare	184
9.3 Circuit à énergie limitée	186
9.4 Prescriptions pour les appareils contenant des liquides inflammables	187
9.5 Protection contre les surintensités	188
10 Limites de température de l'appareil et résistance à la chaleur	189
10.1 Limites de température des surfaces pour la protection contre les brûlures	189
10.2 Température des bobinages	189
10.3 Autres mesures de température	190
10.4 Réalisation des essais de température	190
10.5 Résistance à la chaleur	191
11 Protection contre les DANGERS des fluides	193
11.1 Généralités	193
11.2 Nettoyage	193
11.3 Déversement	193
11.4 Débordement	193
11.5 Electrolyte de batterie	194
11.6 Appareils spécialement protégés	194
11.7 Fluide sous pression et fuites	194
12 Protection contre les radiations, y compris les sources laser, et contre la pression acoustique et ultrasonique	197
12.1 Généralités	197
12.2 Appareils produisant un rayonnement ionisant	197
12.3 Rayonnement ultraviolet (UV)	197
12.4 Rayonnement hyperfréquences	198
12.5 Pression acoustique et ultrasonique	198
12.6 Sources laser	199
13 Protection contre les émissions de gaz, les explosions et les implosions	199
13.1 Gaz toxiques et nocifs	199
13.2 Explosion et implosion	199
14 Composants	201
14.1 Généralités	201
14.2 Moteurs	203
14.3 Dispositifs de protection contre les surtempératures	203
14.4 Porte-fusibles	204
14.5 Sélecteurs de tension RÉSEAU	204

Articles	Pages
14.6 Composants de HAUTE INTÉGRITÉ	204
14.7 Transformateurs d'alimentation RÉSEAU testés en dehors de l'appareil	204
14.8 Circuits imprimés.....	204
14.9 Circuits ou composants utilisés comme dispositifs de limitation des surtensions transitoires	205
15 Protection par systèmes de verrouillage	206
15.1 Généralités.....	206
15.2 Prévention de réactivation	206
15.3 Fiabilité	206
16 Appareils de mesure et d'essais	206
16.1 Circuits de mesure de courant.....	206
16.2 Multimètres et appareils similaires.....	207
Annex A (normative) Circuits de mesure du courant ACCESSIBLE	208
Annex B (normative) Doigts d'épreuve normalisés	211
Annex C (normative) Mesure des distances dans l'air et des lignes de fuite	213
Annex D (normative) Parties entre lesquelles des prescriptions d'isolement sont spécifiées	217
Annex E (normative) Réduction du degré de POLLUTION	221
Annex F (normative) Essais individuels de série	222
Annex G (informative) Fuite et rupture des fluides sous pression	224
Annex H (informative) Index des termes définis	230
Bibliographie.....	231
Figure 1 – Durée maximale des tensions accessibles transitoires en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT	151
Figure 2 – Niveau de capacité chargée en CONDITION NORMALE et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT.....	152
Figure 3 – Cordons et connexions RÉSEaux détachables	172
Figure 4 – Essai d'impact utilisant une sphère	180
Figure 5 – Diagramme expliquant les prescriptions pour la protection contre la propagation du feu	183
Figure 6 – Chicane	185
Figure 7 – Emplacement du fond de l'enveloppe à construire comme spécifié en 9.2.1b)1). 186	
Figure 8 – Appareil d'essai de pression à la bille	192
Figure 9 – Relation entre la pression hydraulique d'essai et la pression ASSIGNÉE de service maximale	196
Figure 10 – Diagramme des options de conformité 14.1 a), b), c) et d)	202
Figure A.1 – Circuit de mesure du courant alternatif de fréquence jusqu'à 1 MHz et du courant continu	208
Figure A.2 – Circuits de mesure du courant alternatif sinusoïdal de fréquence jusqu'à 100 Hz et du courant continu	209
Figure A.3 – Circuit de mesure du courant pour brûlures électriques.....	210
Figure A.4 – Circuit de mesure du courant pour contact en ambiance humide.....	210

	Pages
Figure B.1 – Doigt d'épreuve rigide (sonde d'essai 11 de la CEI 61032)	211
Figure B.2 – Doigt d'épreuve articulé (sonde d'essai B de la CEI 61032)	212
Figure C.1 – Exemples des méthodes de mesure des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE.....	216
Figures D.1 a) à D.1 d) – Protection entre des circuits sous TENSION DANGEREUSE et d'autres circuits qui ne dépassent pas les valeurs du 6.3.2 en CONDITION NORMALE et qui ont des parties ACCESSIBLES non reliées à la BORNE.....	218
Figure D.1 e) à D.1 h) – Protection entre des circuits sous TENSION DANGEREUSE et d'autres circuits qui ne dépassent pas les valeurs du 6.3.2 en CONDITION NORMALE et qui ont des BORNES externes	218
Figures D.2 a) et D.2 b) – Protection contre un circuit interne sous TENSION DANGEREUSE pour une partie ACCESSIBLE qui n'est pas reliée à d'autres parties ACCESSIBLES	219
Figure D.2 a) à D.2 d) – Protection contre un circuit primaire sous TENSION DANGEREUSE pour les BORNES ACCESSIBLES d'un circuit secondaire qui ne dépasse pas les valeurs du 6.3.2 en CONDITION NORMALE	219
Figure D.3 – Protection des BORNES externes ACCESSIBLES de deux circuits sous TENSION DANGEREUSE	220
Figure G.1 – Processus de vérification de la conformité	225
 Tableau 1 – Symboles.....	 142
Tableau 2 – Couples de serrage pour les assemblages vissés	155
Tableau 3 – Coefficient multiplicateur pour les DISTANCES DANS L'AIR jusqu'à 5 000 m d'altitude	160
Tableau 4 – DISTANCE DANS L'AIR et LIGNES DE FUITE pour les circuits RÉSEAUX.....	161
Tableau 5 – DISTANCES DANS L'AIR pour les circuits dérivés des CIRCUITS RÉSEAUX	162
Tableau 6 – Valeurs des distances dans l'air pour le calcul de 6.7.3.2	164
Tableau 7 – Lignes de fuite.....	165
Tableau 8 – DISTANCES DANS L'AIR pour les catégories de mesure II, III et IV	166
Table 9 – Tensions d'essai pour l'ISOLATION PRINCIPALE	169
Tableau 10 – Coefficients de correction pour tension d'essai selon l'altitude du site d'essai	170
Tableau 11 – Essais mécaniques sur les cordons d'alimentation	173
Tableau 12 – Perforation acceptable du fond de l'enveloppe	185
Tableau 13 – Limites du courant maximal disponible	187
Tableau 14 – Dispositif de protection contre les surintensités.....	187
Tableau 15 – Limites des températures de surface en CONDITION NORMALE	189
Tableau 16 – Matériaux d'isolation des bobinages.....	190
Tableau 17 – Tensions de tenue aux chocs	205
Tableau 18 – Impédance de sortie des générateurs d'impulsion	205
Tableau E.1 – Réduction du degré de POLLUTION de l'environnement interne grâce à l'utilisation de protections supplémentaires.	221
Tableau G.1 – Essai de pression pour les appareils avec des pressions supérieures à 14 MPa	227

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 1: Prescriptions générales

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La 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 61010-1 a été établie par le comité d'études 66 de la CEI: Sécurité des appareils de mesure, de commande et de laboratoire.

Cette norme a le statut de publication groupée de sécurité, conformément au Guide 104 de la CEI.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1990, l'amendement 1 (1992) et l'amendement 2 (1995). Elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
66/233/FDIS	66/244/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les annexes A à H 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*: caractères italiques;
- termes définis à l'article 3 et utilisés dans toute cette norme: PETITES CAPITALES ROMAINES.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2002. A cette date, la publication sera

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

Le contenu des corrigenda de mai 2002 et avril 2003 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

La présente partie 1 spécifie les règles de sécurité qui sont d'application générale à tous les appareils qu'elle concerne. Pour certains types d'appareils, ces règles seront complétées ou modifiées par les prescriptions particulières d'une ou plus d'une normes particulières partie 2, qu'il faut lire conjointement avec les règles de la partie 1.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:2001

Withdrawn

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

Partie 1: Prescriptions générales

1 Domaine d'application et objet

1.1 Domaine d'application

1.1.1 Appareils inclus dans le domaine d'application

La présente partie de la CEI 61010 spécifie les prescriptions générales de sécurité pour les appareils électriques destinés aux usages professionnels, industriels (processus) et éducatifs, chacun de ces appareils pouvant incorporer un calculateur, définis de a) à d) ci-dessous, lorsqu'ils sont utilisés dans les conditions d'environnement de 1.4.

a) Appareils électriques d'essai et de mesurage

Il s'agit d'appareils qui, par des moyens d'ordre électrique, mesurent, indiquent ou enregistrent une ou plusieurs grandeurs électriques ou non électriques, ainsi que des appareils non-mesureurs tels que générateurs de signaux, étalons de mesure, alimentations, transducteurs, transmetteurs, etc.

NOTE Tous les appareils de mesure indicateurs et enregistreurs (sauf ceux qui sont exclus en 1.1.2) relèvent du domaine d'application de la CEI 61010, à moins qu'ils ne soient des indicateurs de tableau conçus uniquement pour être incorporés à d'autres équipements. Les appareils de tableau d'incorporation sont considérés comme des composants, et ont seulement besoin d'être conforme aux prescriptions applicables de la CEI 61010, ou à d'autres normes, comme partie de l'appareil dans lequel ils sont incorporés.

b) Appareils électriques de régulation

Il s'agit d'appareils qui règlent une ou plusieurs grandeurs de sortie selon des valeurs spécifiques, chaque valeur étant déterminée par réglage manuel, par programmation locale ou à distance, ou par une ou plusieurs variables d'entrée.

c) Appareils électriques de laboratoire

Il s'agit d'appareils qui mesurent, indiquent, surveillent ou analysent des substances, ou qui servent à préparer des matériaux y compris les appareils de diagnostic in vitro (DIV).

Ces appareils peuvent également être utilisés ailleurs que dans des laboratoires, par exemple les appareils DIV d'auto-test personnel peuvent être utilisés dans une habitation.

d) Accessoires conçus pour être utilisés avec les appareils ci-dessus (par exemple les appareils pour manipuler les échantillons).

1.1.2 Appareils exclus du domaine d'application

Cette norme n'est pas applicable aux appareils des domaines d'application de:

- a) CEI 60065 (Exigences de sécurité pour les appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues);
- b) CEI 60204 (Régulations pour les machines électriques);
- c) CEI 60335 (Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues);
- d) CEI 60364 (Installation électrique des bâtiments);
- e) CEI 60439-1 (Ensemble d'appareillage à basse tension);
- f) CEI 60521 (Compteurs d'énergie active à courant alternatif des classes 0,5, 1 et 2);
- g) CEI 60601 (Appareils électromédicaux);

- h) CEI 60950 (Sécurité des matériels de traitement de l'information y compris les matériels de bureau électriques, sauf pour ce qui est défini en 1.1.3);
- i) CEI 61558 (Transformateurs, blocs d'alimentation et analogues).

1.1.3 Appareils calculateurs

Cette norme n'est applicable qu'aux ordinateurs, processeurs, etc. qui font partie des appareils visés par la présente norme ou qui sont conçus pour être utilisés exclusivement avec ces appareils.

NOTE Les calculateurs et appareils similaires visés par la CEI 60950 et conformes à ses prescriptions sont considérés comme pouvant être utilisés avec les appareils visés par le domaine d'application de cette norme. Cependant, certaines prescriptions de la CEI 60950 pour la tenue à l'humidité et aux liquides sont moins sévères que celles de cette norme. Si un DANGER dû à de l'humidité ou à un liquide peut affecter un matériel conforme à la CEI 60950, utilisé avec un matériel qui est conforme à cette norme, il convient que les instructions d'emploi spécifient toutes les précautions supplémentaires exigées.

1.2 Objet

1.2.1 Aspects inclus dans le domaine d'application

Les prescriptions de la présente partie 1 ont pour objet de garantir que la conception et la construction assurent une protection adéquate de l'OPÉRATEUR et de la zone environnante:

- a) contre les chocs électriques et les brûlures (voir article 6);
- b) contre les DANGERS d'ordre mécanique (voir articles 7 et 8);
- c) contre les températures excessives (voir article 9 et 10);
- d) contre la propagation du feu à partir des appareils (voir article 9);
- e) contre les effets des liquides et fluides sous pression (voir article 11);
- f) contre les effets des radiations, y compris ceux des sources laser, et de la pression acoustique et ultrasonique (voir article 12);
- g) contre les émissions de gaz, les explosions et les implosions (voir 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 des appareils qui ne sont pas liées à la sécurité;
- b) l'efficacité de l'emballage de transport;
- c) les prescriptions CEM qui sont couvertes par la CEI 61326;
- d) les mesures de protection dans les atmosphères explosives (voir CEI 60079);
- e) la maintenance (réparations);
- f) la protection du personnel de maintenance (réparations).

NOTE Il est attendu du personnel de maintenance qu'il prenne des précautions raisonnables pour faire face aux DANGERS évidents; mais il y a lieu que les appareils soient conçus de façon à protéger contre les incidents, au moyen de plaques d'avertissement, de blindages des BORNES sous tension dangereuse, de séparation des circuits à basse tension et des circuits sous tensions dangereuses, etc. Qui plus est, il convient que le personnel de maintenance soit formé contre les risques imprévus et qu'il agisse en conséquence.

1.3 Vérification

Cette norme spécifie également les méthodes de vérification, par contrôle et par essais de type, de la conformité des appareils aux prescriptions de cette norme.

NOTE Les prescriptions relatives AUX ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE sont données à l'annexe F.

1.4 Conditions d'environnement

1.4.1 Conditions d'environnement normales

Cette norme est applicable aux appareils conçus pour être sûrs au moins dans les conditions suivantes:

- a) utilisation en intérieur;
 - b) altitude jusqu'à 2 000 m;
 - c) température de 5 °C à 40 °C;
 - d) humidité relative maximale de 80 % pour des températures allant jusqu'à 31 °C, avec décroissance linéaire jusqu'à 50 % d'humidité relative à 40 °C;
 - e) fluctuations de la tension du RÉSEAU d'alimentation ne dépassant pas ± 10 % de la tension nominale;
 - f) présence normale de surtensions transitoires sur l'alimentation par le RÉSEAU;
- NOTE Le niveau habituel de surtension transitoire correspond à la catégorie II de la tenue en impulsion (surtension) de la CEI 60364-4-443.
- g) DEGRÉ DE POLLUTION assigné applicable.

1.4.2 Conditions d'environnement étendues

Cette norme s'applique aux appareils conçus pour être sûrs, non seulement dans les conditions d'environnement spécifiées en 1.4.1, mais aussi dans chacune des conditions suivantes pour lesquelles l'appareil est ASSIGNÉ par le constructeur:

- a) utilisation à l'extérieur;
- b) altitude supérieure à 2 000 m;
- c) températures ambiantes inférieures à 5 °C et supérieures à 40 °C;
- d) humidité relative supérieure aux valeurs spécifiées en 1.4.1;
- e) fluctuation de la tension du RÉSEAU de distribution supérieure à ± 10 % de la valeur nominale.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61010. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61010 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60027, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

CEI 60060, *Techniques des essais à haute tension*

CEI 60065, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

CEI 60085, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60227, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V*

CEI 60245, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V*

CEI 60309, *Prises de courant pour usages industriels*

CEI 60335, *Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues*

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

CEI 60651, *Sonomètres*

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*

CEI 60707, *Inflammabilité des matériaux solides non métalliques soumis à des sources d'allumage à flamme – Liste des méthodes d'essai*

CEI 60799, *Petit appareillage électrique – Cordons-connecteurs et cordons d'interconnexion*

CEI 60804, *Sonomètres intégrateurs-moyenneurs*

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur*

CEI 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60947-3, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

ISO 306:1994, *Plastiques – Matières thermoplastiques – Détermination de la température de ramollissement Vicat (VST)*

ISO 3746, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant*

ISO 4126-1, *Soupapes de sûreté – Partie 1: Prescriptions générales*

ISO 9614-1, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 1: Mesurages par points*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61010, les définitions suivantes s'appliquent.

Sauf spécification contraire, les termes «tension» et «courant» signifient les valeurs efficaces d'une tension ou d'un courant alternatif, continu ou composé.

NOTE Voir l'index des termes définis dans l'annexe H.

3.1 Appareils et états des appareils

3.1.1

APPAREIL FIXE

appareil fixé à un support ou fixé autrement à un emplacement spécifique

3.1.2

APPAREIL BRANCHÉ EN PERMANENCE

appareil qui est raccordé électriquement à une alimentation au moyen d'un branchement permanent qui ne peut être défait que par l'utilisation d'un OUTIL

3.1.3

APPAREIL PORTABLE

appareil destiné à être porté à la main

3.1.4

APPAREIL PORTATIF (À MAIN)

APPAREIL PORTABLE destiné à être tenu d'une main en UTILISATION NORMALE

3.1.5

OUTIL

dispositif extérieur utilisé pour aider quelqu'un à réaliser une fonction mécanique. Le terme OUTIL englobe les clés et les pièces de monnaie

3.2 Parties et accessoires

3.2.1

BORNE

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

[VEI 151-01-03, modifié]

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

3.2.2

BORNE DE TERRE FONCTIONNELLE

BORNE par laquelle un branchement électrique est effectué directement à un circuit de mesure ou de commande, ou à un organe de blindage, qui est destinée à être mise à la terre à toute fin fonctionnelle autre que la sécurité

NOTE Pour les appareils de mesure, cette BORNE est souvent appelée BORNE de terre de mesure.

3.2.3

BORNE DE TERRE DE PROTECTION

BORNE qui est connectée à des pièces conductrices d'un appareil à des fins de sécurité et qui est destinée à être connectée à un système extérieur de mise à la terre de protection

3.2.4

ENVELOPPE

partie assurant la protection d'un appareil contre certaines influences extérieures et la protection contre le contact direct à partir de n'importe quelle direction

3.2.5

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 9.2.1 b)).

3.3 Grandeurs électriques

3.3.1

(valeur) ASSIGNÉE

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]

3.3.2

CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES

ensemble des valeurs ASSIGNÉES et des conditions de fonctionnement [VEI 151-04-04]

3.3.3

TENSION DE SERVICE

valeur efficace la plus élevée de la tension alternative ou continue au travers de chacun des isolants particuliers que l'on puisse trouver lorsque l'appareil est alimenté sous la tension assignée

NOTE 1 Les transitoires ne sont pas considérés.

NOTE 2 Les deux conditions, circuit ouvert et fonctionnement normal sont considérées.

3.4 Essais

3.4.1

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 conditions de cette norme [VEI 151-04-15, modifié]

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

3.4.2

ESSAI INDIVIDUEL DE SÉRIE

essai auquel est soumis chaque dispositif (appareil) individuel en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis [VEI 151-04-16, modifié] (voir annexe F)

3.5 Termes de sécurité

3.5.1

ACCESSIBLE (partie)

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

3.5.2

DANGER

source potentielle de mal

3.5.3

SOUS TENSION DANGEREUSE

capable de causer un choc électrique ou une brûlure électrique en CONDITION NORMALE ou en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

NOTE 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.

3.5.4

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

3.5.5

RÉSEAU (de distribution)

alimentation électrique basse tension (au-dessus des valeurs de 6.3.2 a)) auquel l'appareil concerné est conçu pour être relié afin de l'alimenter

NOTE Des circuits de mesure peuvent aussi être reliés au RÉSEAU pour mesure.

3.5.6

CIRCUIT RÉSEAU (de distribution)

circuit conçu pour être relié par conduction au RÉSEAU afin d'alimenter l'appareil

NOTE Les circuits de mesure et les circuits qui sont dérivés des circuits RÉSEAUX par couplage inductif ne sont pas des circuits RÉSEAUX

3.5.7

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

3.5.8

LIAISON PROTECTRICE

connexion électrique de parties conductrices ACCESSIBLES et/ou d'écrans de protection pour assurer une continuité électrique jusqu'au moyen de connexion d'un conducteur de protection extérieure

3.5.9

UTILISATION NORMALE

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

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

3.5.10

CONDITION NORMALE

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

3.5.11

CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

état dans lequel un seul moyen de protection contre les DANGERS est défectueux ou un défaut est présent ce qui peut entraîner un DANGER

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.

3.5.12

OPÉRATEUR

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

NOTE Il convient que l'opérateur reçoive la formation appropriée à cet effet.

3.5.13

AUTORITÉ RESPONSABLE

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

3.5.14

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

3.6 Isolation

3.6.1

ISOLATION PRINCIPALE

isolation dont la défaillance pourrait causer un risque de choc électrique

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

3.6.2

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

3.6.3

ISOLATION DOUBLE

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

3.6.4

ISOLATION RENFORCÉE

isolation qui assure une protection contre les chocs électriques qui n'est pas inférieure à celle assurée par l'ISOLATION DOUBLE. Elle peut comprendre plusieurs couches qui ne peuvent pas être essayées individuellement, comme ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE ou ISOLATION PRINCIPALE

3.6.5

POLLUTION

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

3.6.6

degré de POLLUTION

pour l'évaluation des distances, les trois degrés de POLLUTION suivants, dans le micro-environnement, sont définis

3.6.6.1

DEGRÉ DE POLLUTION 1

pas de POLLUTION ou uniquement POLLUTION sèche, non-conductrice. La POLLUTION n'a pas d'influence

3.6.6.2

DEGRÉ DE POLLUTION 2

normalement, POLLUTION non-conductrice seulement. Cependant, occasionnellement, on peut s'attendre à une conductivité temporaire provoquée par la condensation

3.6.6.3

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

NOTE Dans de telles conditions, l'appareil est normalement protégé contre l'exposition directe aux rayons du soleil, à la pluie et à la pression des vents mais ni la température, ni l'humidité ne sont contrôlés.

3.6.7

DISTANCE DANS L'AIR

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

3.6.8

LIGNE DE FUITE

distance la plus courte, le long de la surface d'un isolant, entre deux parties conductrices [VEI 151-03-37]

4 Essais

4.1 Généralités

Tous les essais de cette norme sont des ESSAIS DE TYPE à effectuer sur des échantillons d'appareils ou de parties d'appareil. Leur seule fin est de vérifier que la conception et la construction garantissent la conformité à la présente norme. De plus, les constructeurs doivent réaliser les ESSAIS DE SÉRIE de l'annexe F sur 100 % des appareils produits lorsque ceux-ci ont à la fois des parties SOUS TENSION DANGEREUSE et des parties conductrices ACCESSIBLES.

Les essais sur les sous-ensembles de l'appareil respectant les prescriptions des normes correspondantes spécifiées dans la présente norme et utilisés conformément à celles-ci, n'ont pas besoin d'être répétés pendant les ESSAIS DE TYPE sur l'ensemble de l'appareil.

La conformité aux prescriptions de la présente norme est vérifiée en effectuant tous les essais applicables, sauf qu'un essai peut être omis lorsque l'examen de l'appareil démontre de façon incontestable que l'appareil en question est 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 défaut spécifiées (voir 4.4).

NOTE 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 convient que le constructeur s'assure qu'au moins la valeur d'essai spécifiée est appliquée;
- il convient que le laboratoire d'essai s'assure qu'il n'est pas appliqué plus que la valeur d'essai spécifiée.

4.2 Séquence d'essais

La séquence d'essais est facultative, sauf spécification contraire dans cette présente norme. L'appareil soumis aux essais doit être soigneusement contrôlé 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. Si des essais en condition de défaut peuvent être destructifs, il est permis d'effectuer ces essais à la suite de ceux réalisés dans les conditions de référence pour les essais.

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 doivent prévaloir dans le local d'essai:

- a) température comprise entre 15 °C et 35 °C;
- b) humidité relative non supérieure à 75 %, mais ne dépassant pas les limites données en 1.4.1 d);
- 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 de l'appareil

Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués sur l'appareil complet pour l'UTILISATION NORMALE, et suivant la combinaison la moins favorable des conditions données de 4.3.2.1 à 4.3.2.13.

Lorsqu'il n'est pas approprié, en raison des dimensions ou de la masse, d'effectuer des essais particuliers sur un appareil complet, les essais sur des sous-ensembles sont admis, pourvu qu'il soit vérifié que l'appareil complet reste conforme à la présente norme.

Les appareils conçus pour être incorporés dans un mur, un enfoncement, un meuble, etc. doivent être installés conformément aux instructions du constructeur.

4.3.2.1 Position de l'appareil

L'appareil doit être placé dans toute position d'UTILISATION NORMALE, sans qu'aucune ventilation soit obstruée.

4.3.2.2 Accessoires

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

4.3.2.3 Couvertres et éléments amovibles

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

4.3.2.4 Alimentation RÉSEAU

Les prescriptions suivantes s'appliquent:

- a) la tension d'alimentation doit être comprise entre 90 % et 110 % de toute tension d'alimentation ASSIGNÉE pour laquelle l'appareil peut être présélectionné ou, si l'appareil est prévu pour admettre une fluctuation supérieure, toute tension d'alimentation comprise dans la plage de fluctuations;
- b) la fréquence doit être toute fréquence ASSIGNÉE;
- c) les appareils pour courant alternatif aussi bien que continu doivent être connectés à une alimentation alternative ou continue;
- d) les appareils pour alimentation continue ou monophasée doivent être connectés avec polarité normale ou inversée;
- e) à moins qu'il ne soit spécifié que l'appareil ne doit être utilisé que sur une alimentation RÉSEAU non mise à la terre, un pôle de l'alimentation de référence de l'essai doit être au potentiel de terre ou à proximité de celui-ci;
- f) lorsque les moyens de connexion le permettent, les appareils fonctionnant sur batteries (accumulateurs ou piles) doivent être connectés et avec la polarité normale et avec la polarité inverse.

4.3.2.5 Tensions d'entrée et de sortie

Les tensions d'entrée et de sortie, y compris les tensions variables mais à l'exclusion de la tension d'alimentation, doivent être positionnées dans la plage de tensions ASSIGNÉE.

4.3.2.6 BORNES de terre

LES BORNES DE TERRE DE PROTECTION, s'il y en a, doivent être reliées à la terre. LES BORNES DE TERRE FONCTIONNELLES doivent être reliées ou non à la terre.

4.3.2.7 Dispositifs de commande

Les dispositifs de commande qui sont réglables par l'OPÉRATEUR à la main doivent être réglés sur toute position sauf que:

- a) les dispositifs de présélection de RÉSEAU doivent être positionnés correctement;
- b) aucune combinaison de présélections interdite par le constructeur, par un marquage sur l'appareil, ne doit être effectuée.

4.3.2.8 Raccordements

L'appareil doit être connecté pour la fonction à laquelle il est destiné, ou non connecté pour quelque autre usage que ce soit.

4.3.2.9 Charge sur moteurs

Les conditions de charge des parties d'appareils commandées par moteur doivent être conformes à l'utilisation prévue.

4.3.2.10 Sortie

Pour les appareils ayant une sortie électrique:

- a) les appareils doivent être utilisés de manière à fournir la puissance ASSIGNÉE de sortie sous la charge ASSIGNÉE;
- b) l'impédance de charge ASSIGNÉE pour toute sortie doit être raccordée ou non raccordée.

4.3.2.11 Cycle de service

Les appareils destinés à être utilisés en fonctionnement de durée limitée ou intermittent doivent être mis en service pendant la période la plus longue et avoir la période de récupération la plus courte qui soient conformes aux instructions du constructeur.

4.3.2.12 Chargement et remplissage

Les appareils destinés à être chargés de matières spécifiques en UTILISATION NORMALE doivent être chargés avec les quantités les plus défavorables des matières spécifiées dans le manuel d'utilisation, y compris la quantité nulle (vide) si le manuel d'utilisation permet cet état en UTILISATION NORMALE.

NOTE 1 En cas de doute, il est recommandé d'effectuer les essais dans plusieurs conditions de chargement.

NOTE 2 Si la matière spécifiée est susceptible d'entraîner un risque durant l'essai, une autre matière peut être utilisée à condition qu'il puisse être démontré que le résultat de l'essai n'en est pas affecté.

4.3.2.13 Appareils de chauffage

Lorsque des mesures de température sont effectuées pour évaluer la propagation du feu, l'appareil de chauffage doit être essayé dans un coin d'essai conformément à 10.4.1.

4.4 Essai en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

4.4.1 Généralités

Les prescriptions suivantes s'appliquent.

- a) l'examen de l'appareil et de son schéma de circuit indiquera généralement les conditions de défaut qui sont susceptibles de provoquer des DANGERS et qui doivent, par conséquent, être appliquées,
- b) des essais de conditions de défaut doivent être effectués, sauf lorsqu'il est possible de démontrer qu'aucun DANGER ne risque de résulter d'une condition de défaut donnée ou qu'une méthode alternative spécifiée pour vérifier la conformité est choisie en place de l'essai du défaut (voir l'article 9 b) et c));
- c) l'appareil doit être utilisé 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 être appliquées conformément aux 4.4.2.1 à 4.4.2.12 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, l'appareil ou la partie doit être soumis aux essais applicables du 4.4.4.

4.4.2.1 IMPÉDANCE DE PROTECTION

- a) Si une IMPÉDANCE DE PROTECTION est formée d'une combinaison de composants, chaque composant doit être court-circuité ou déconnecté, selon le cas le moins favorable.
- b) Si une IMPÉDANCE DE PROTECTION est formée par la combinaison de l'ISOLATION PRINCIPALE et d'un limiteur de courant ou de tension, l'ISOLATION PRINCIPALE ainsi que le limiteur de courant ou de tension doivent être soumis à des défauts uniques, appliqués les uns après les autres. L'ISOLATION PRINCIPALE doit être pontée et le limiteur de courant ou de tension doit être court-circuité ou déconnecté, selon le cas le moins favorable.

Il n'est pas nécessaire de court-circuiter ou de déconnecter les parties de l'IMPÉDANCE DE PROTECTION qui sont des composants de HAUTE INTÉGRITÉ (voir 6.5.3 et 14.6).

4.4.2.2 Conducteur de protection

Le conducteur de protection doit être débranché, sauf pour les APPAREILS BRANCHÉS EN PERMANENCE ou les appareils utilisant un connecteur conforme à la CEI 60309.

4.4.2.3 Appareils ou parties d'appareil prévus pour un fonctionnement de durée limitée ou intermittent

Ces appareils ou parties doivent être mis en fonctionnement continu si un tel fonctionnement est susceptible de se produire lors d'une CONDITION DE PREMIER DÉFAUT. Les parties individuelles peuvent être les moteurs, les relais, les autres dispositifs électromagnétiques et les éléments de chauffe.

4.4.2.4 Moteurs

Les moteurs doivent être arrêtés sous pleine charge, ou empêchés de démarrer, selon le cas le moins favorable.

4.4.2.5 Condensateurs

Les condensateurs dans les circuits des enroulements auxiliaires des moteurs (à l'exception des condensateurs auto-régénérateurs) doivent être court-circuités.

4.4.2.6 Transformateurs d'alimentation RÉSEAU

Les enroulements secondaires des transformateurs d'alimentation RÉSEAU doivent être court-circuités comme spécifié en 4.4.2.6.1, et surchargés comme spécifié en 4.4.2.6.2.

Un transformateur endommagé durant un essai peut être réparé ou remplacé avant l'essai suivant.

Les essais pour les transformateurs d'alimentation RÉSEAU, testés comme composants séparés, sont spécifiés en 14.7.

4.4.2.6.1 Essais de court-circuit

Chaque sortie d'enroulements non branchée et chaque sortie d'enroulement utilisé et en charge en UTILISATION NORMALE doit être essayée à tour de rôle pour simuler des courts-circuits de la charge. Les dispositifs de protection contre les surintensités restent en place durant les essais. Tous les autres enroulements sont chargés ou non selon la charge la moins favorable en UTILISATION NORMALE.

4.4.2.6.2 Essais de surcharge

Chaque sortie d'enroulements non branchée et chaque sortie d'enroulement utilisée est surchargée, à tour de rôle. Les autres enroulements étant chargés ou non, selon la condition de charge en UTILISATION NORMALE la moins favorable. Si une surcharge provient d'un essai dans les conditions de défaut de 4.4, les enroulements secondaires doivent être soumis à ces surcharges.

La surcharge s'effectue en connectant une résistance variable aux sorties de l'enroulement. La résistance est ajustée le plus rapidement possible et ajustée à nouveau, si nécessaire, après 1 min, de manière à maintenir la surcharge prévue. Ensuite, aucun nouvel ajustement ne sera autorisé.

En cas de protection de surintensité par un dispositif de coupure de courant, le courant pour l'essai de surcharge est le courant maximal que le dispositif de protection de surintensité est capable de supporter sans déclencher pendant 1 h. Avant l'essai, le dispositif est remplacé par une liaison d'impédance négligeable. Si l'on ne peut trouver cette valeur en se basant sur la spécification, il faudra l'établir par un essai.

Dans le cas d'appareils où la tension de sortie est appelée à chuter lorsqu'une surcharge de courant atteint une limite spécifiée, la surcharge est appliquée en progression lente jusqu'au niveau provoquant la chute de la tension de sortie.

Dans tous les autres cas, la charge correspond à la puissance maximale de sortie obtenue du transformateur.

Les transformateurs avec une protection contre les surtempératures qui répond aux prescriptions de 14.3 durant les essais de courts-circuits de 4.4.2.6.1, n'ont pas à être soumis à des essais de surcharge.

4.4.2.7 Sorties

Les sorties doivent être court-circuitées à tour de rôle.

4.4.2.8 Appareils destinés à être raccordés à plusieurs alimentations

Les appareils destinés à fonctionner avec plusieurs types d'alimentation doivent être simultanément raccordés à ces alimentations, à moins que cela ne soit impossible par construction.

4.4.2.9 Refroidissement

Le refroidissement des appareils doit être limité comme suit, un seul défaut étant introduit à la fois:

- a) les événements avec filtres doivent être fermés;
- b) le refroidissement forcé par ventilateurs doit être arrêté;
- c) le refroidissement par circulation d'eau ou autre liquide de refroidissement doit être arrêté.

4.4.2.10 Dispositifs de chauffage

Dans les appareils comportant des dispositifs de chauffage, les défauts suivants doivent être appliqués à tour de rôle:

- a) les minuteries qui déterminent la période de chauffage doivent être neutralisées de façon à alimenter en permanence le circuit de chauffage;
- b) les régulateurs de température, à l'exception des dispositifs de protection contre les surtempératures qui sont conformes à 14.3, doivent être neutralisés de façon à alimenter en permanence le circuit de chauffage;
- c) la perte de liquide de refroidissement doit être simulée.

4.4.2.11 Isolation entre circuits et parties

L'isolation entre les circuits et les parties qui sont en dessous des niveaux spécifiés pour l'ISOLATION PRINCIPALE, doit être pontée pour vérifier la propagation du feu.

NOTE Voir l'article 9 a) et b) pour une méthode alternative de vérification de la protection contre la propagation du feu.

4.4.2.12 Verrouillage

Chaque partie d'un système de verrouillage pour la protection de l'OPÉRATEUR, doit être court-circuitée ou mise en circuit ouvert à tour de rôle, si le système empêche l'accès à un DANGER lorsqu'un couvercle, etc. est enlevé sans l'utilisation d'un OUTIL.

Il n'est pas nécessaire de court-circuiter ou de mettre en circuit ouvert (selon le cas) les composants de HAUTE INTÉGRITÉ des systèmes de verrouillage (voir 14.6 et 15.3).

4.4.3 Durée des essais

4.4.3.1 Les appareils doivent fonctionner jusqu'à ce qu'il soit improbable qu'un changement ultérieur 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. S'il apparaît qu'un risque de choc électrique, de propagation du feu ou de préjudices 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, à moins qu'un DANGER ne se produise avant.

4.4.3.2 Si un dispositif coupant ou limitant le courant en cours de fonctionnement est inclus pour limiter la température des parties pouvant être facilement touchées, la température maximale atteinte par l'appareil doit être mesurée, que ce dispositif fonctionne ou pas.

4.4.3.3 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 maximal 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, il faut faire fonctionner l'appareil pendant une période correspondant à la durée de fusion maximale ou en permanence pendant la durée spécifiée en 4.4.3.1.

4.4.4 Conformité après l'application des conditions de défaut

4.4.4.1 La conformité aux prescriptions de protection contre les chocs électriques est vérifiée après l'application des conditions de défaut qui suivent:

- a) en effectuant les mesures indiquées au 6.3.2 pour vérifier qu'aucune partie conductrice ACCESSIBLE n'est devenue SOUS TENSION DANGEREUSE
- 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 6.8 (sans l'essai de préconditionnement) avec la tension d'essai de l'ISOLATION PRINCIPALE;
- c) en mesurant la température des enroulements du transformateur si la protection contre les DANGERS électriques est obtenue par une ISOLATION DOUBLE ou par une ISOLATION RENFORCÉE à l'intérieur du transformateur. Les températures du tableau 16 ne doivent pas être dépassées.

4.4.4.2 La conformité aux prescriptions de protection thermique est vérifiée en déterminant la température de la surface extérieure de l'ENVELOPPE et des parties qui peuvent être facilement touchées.

A l'exception des surfaces chauffées des appareils de chauffage, la température de ces parties ne doit pas dépasser 105 °C, pour une température ambiante de 40 °C ou la température maximale ASSIGNÉE si elle est plus élevée.

Cette température est déterminée en mesurant l'échauffement de la surface ou partie et en l'ajoutant à 40 °C ou à la température maximale ASSIGNÉE si elle est plus élevée.

4.4.4.3 *La conformité aux prescriptions de protection contre la propagation du feu est vérifiée en plaçant l'appareil sur du papier mousseline blanc couvrant une surface en bois tendre et en recouvrant l'appareil de gaze. Ni métal en fusion, ni isolant en combustion, ni particules enflammées etc., ne doivent tomber sur la surface sur laquelle se trouve l'appareil et il ne doit y avoir ni carbonisation, ni incandescence, ni embrasement du papier mousseline ou de la gaze. La fusion de matière isolante qui ne provoque pas de DANGER, ne doit être prise en compte.*

4.4.4.4 *La conformité aux prescriptions de protection contre les autres DANGERS est vérifiée comme spécifié aux articles 7, 8, et 11 à 16.*

5 Marquage, indications et documentation

5.1 Marquage et indications

5.1.1 Généralités

L'appareil doit porter les marques et indications conformes aux 5.1.2 à 5.2. Sauf pour les marques et indications des parties internes, ces marques et indications doivent être visibles de l'extérieur, ou être visibles après démontage d'un couvercle ou ouverture d'une porte sans l'aide d'un OUTIL, si cette partie est destinée à être démontée ou ouverte par un OPÉRATEUR. Les marques concernant l'appareil dans son ensemble ne doivent pas être apposées sur des parties qui peuvent être retirées par un OPÉRATEUR sans l'aide d'un OUTIL.

Pour les appareils montés en baie ou en tiroir, des marques et indications sont admises sur une surface qui devient visible après avoir sorti l'appareil de la baie ou du tiroir.

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 si c'est applicable. Il n'y a pas d'exigence sur la couleur pour les symboles. Les symboles graphiques doivent être expliqués dans la documentation.

NOTE 1 Il convient d'utiliser les symboles CEI ou ISO.

NOTE 2 A l'exception des APPAREILS PORTATIFS (À MAIN) ou lorsque l'espace est limité, il convient de ne pas placer les marques et indications sur la partie inférieure de l'appareil.

La conformité est vérifiée par examen.

5.1.2 Identification

L'appareil doit être au moins identifié par le marquage du:

- a) nom ou de la marque déposée du constructeur ou du fournisseur;
- b) numéro de modèle, du nom ou d'autres moyens d'identification de l'appareil. Lorsqu'un appareil portant la même désignation distinctive (numéro du modèle) est fabriqué dans plusieurs usines, l'appareil de chaque usine de fabrication doit être marqué pour que l'usine puisse être identifiée.

NOTE Le marquage de l'usine de fabrication peut être codé et n'est pas nécessairement sur l'extérieur de l'appareil.

La conformité est vérifiée par examen.

5.1.3 Alimentation RÉSEAU

L'appareil doit porter les informations suivantes:

a) nature de l'alimentation:

- 1) courant alternatif: fréquence RÉSEAU ASSIGNÉE ou plage de fréquences ASSIGNÉE;
- 2) courant continu: symbole 1 du tableau 1.

NOTE 1 Pour information, il peut être aussi utile de marquer:

- sur les appareils à courant alternatif, le symbole 2 du tableau 1;
- sur les appareils fonctionnant à la fois sur courant alternatif et sur courant continu, le symbole 3 du tableau 1;
- les appareils fonctionnant sur alimentation triphasée, le symbole 4 du tableau 1.

b) la (les) valeur(s) ASSIGNÉE(S) de la (des) tension(s) d'alimentation ou la plage ASSIGNÉE de la (des) tension(s) d'alimentation.

NOTE 2 Il est également permis d'indiquer la fluctuation de la (les) tension(s) ASSIGNÉE(S).

- c) la puissance ASSIGNÉE maximale en watts (puissance active) ou en voltampères (puissance apparente), ou le courant ASSIGNÉ maximal absorbé, tous les accessoires ou modules enfichables étant branchés. Si l'appareil peut être utilisé sur plus d'une tension, des valeurs séparées doivent être marquées pour chaque plage de tension à moins que les valeurs maximales et minimales ne diffèrent pas de plus de 20 % de la valeur moyenne;
- d) les appareils que l'OPÉRATEUR peut régler pour différentes tensions d'alimentation ASSIGNÉES doivent être munis d'un dispositif permettant d'indiquer la tension à laquelle ils sont réglés. Pour les APPAREILS PORTABLES, l'indication doit être visible de l'extérieur. Si l'appareil est construit de telle sorte que l'OPÉRATEUR puisse modifier le réglage de la tension d'alimentation sans utiliser d'OUTIL, le fait de modifier le réglage doit également modifier l'indication;
- e) les socles de prises de courant auxiliaires RÉSEAUX acceptant des fiches d'alimentation RÉSEAU normalisées doivent porter l'indication relative à la tension si cette dernière est différente de la tension d'alimentation RÉSEAU. Si le socle est uniquement destiné à être utilisé avec un appareil spécifique, il doit porter la marque identifiant l'appareil auquel il est destiné. Dans le cas contraire, le courant ASSIGNÉ maximal ou la puissance ASSIGNÉE maximale doivent être indiqués, ou le symbole 14 du tableau 1 doit être placé à proximité du socle, avec les détails complets inclus dans la documentation.

La conformité est vérifiée par examen et par mesurage de la puissance ou du courant absorbé pour vérifier le marquage indiqué au 5.1.3 c). La mesure est faite après stabilisation du courant (habituellement après 1 min) pour éliminer tous les appels de courant initiaux. L'appareil doit être dans les conditions de puissance absorbée maximale. Les transitoires sont ignorés. La valeur mesurée ne doit pas dépasser la valeur marquée de plus de 10 %.

Tableau 1 – Symboles

Numéro	Symbole	Référence	Description
1		CEI 60417 – 5031	Courant continu
2		CEI 60417 – 5032	Courant alternatif
3		CEI 60417 – 5033	Courant continu et courant alternatif
4			Courant alternatif triphasé
5		CEI 60417 – 5017	Borne de terre
6		CEI 60417 – 5019	BORNE DE TERRE DE PROTECTION
7		CEI 60417 – 5020	Borne de masse châssis
8		CEI 60417 – 5021	Equipotentialité
9		CEI 60417 – 5007	Marche (alimentation)
10		CEI 60417 – 5008	Arrêt (alimentation)
11		CEI 60417 – 5172	Appareil entièrement protégé par isolation double ou isolation renforcée
12			Attention, risque de choc électrique
13		CEI 60417 – 5041	Attention, surface chaude
14		ISO 7000 – 0434	Attention risque de DANGER (voir la note)
15		CEI 60417 – 5268	Position active d'une commande bistable
16		CEI 60417 – 5269	Position repos d'une commande bistable
NOTE Voir 5.4.1 exigeant que le constructeur déclare que la documentation est consultée chaque fois qu'un symbole est marqué			

5.1.4 Fusibles

Tous fusibles remplaçables par un OPÉRATEUR doivent porter un marquage placé à côté du porte-fusible, permettant à l'opérateur d'identifier le fusible correct de remplacement (voir 5.4.5).

La conformité est vérifiée par examen.

5.1.5 BORNES, connexions et dispositifs de manœuvre

Si cela est nécessaire pour la sécurité, les BORNES, connecteurs, dispositifs de commande et indicateurs, y compris toutes les connexions pour des fluides tels que le gaz, l'eau et l'évacuation doivent être identifiés. Lorsqu'il n'y a pas suffisamment d'espace pour de tels marquages, il est possible d'utiliser le symbole 14 du tableau 1.

NOTE 1 Pour information supplémentaire, consulter la CEI 60445 et la CEI 60447.

NOTE 2 Les broches individuelles des connecteurs multipoints n'ont pas besoin d'être marqués.

5.1.5.1 BORNES

Les BORNES pour la connexion au RÉSEAU d'alimentation doivent être identifiées.

Les BORNES suivantes doivent être marquées selon ce qui suit:

- a) Les BORNES DE TERRE FONCTIONNELLES doivent porter le symbole 5 du tableau 1;
- b) Les BORNES DE TERRE DE PROTECTION doivent porter le symbole 6 du tableau 1, sauf si la BORNE DE TERRE DE PROTECTION fait partie d'un socle de connecteur RÉSEAU agréé. Le symbole doit être placé à côté de la BORNE ou sur celle-ci;
- c) Les BORNES des circuits de mesure et de régulation dont la connexion à des parties conductrices ACCESSIBLES est admise par le 6.6.3 doivent porter le symbole 7 du tableau 1, si cette connexion n'est pas évidente;
NOTE Ce symbole peut également être considéré comme un symbole d'avertissement par le fait qu'il indique qu'il ne faut en aucun cas qu'une TENSION DANGEREUSE soit raccordée à la BORNE. Il convient également d'utiliser le symbole lorsqu'il est probable que l'OPÉRATEUR soit susceptible d'effectuer ce raccordement par inadvertance.
- d) Les BORNES alimentées de l'intérieur de l'appareil et qui sont sous TENSION DANGEREUSE doivent porter la valeur (ou la plage) de tension, de courant, de charge ou d'énergie, ou le symbole 14 du tableau 1. Cette exigence ne s'applique pas aux sorties d'alimentation RÉSEAU lorsqu'un socle normalisé est utilisé;
- e) Les BORNES DE TERRE FONCTIONNELLE ACCESSIBLES reliées à des parties conductrices ACCESSIBLES, en indiquant bien que tel est le cas, à moins que cela ne soit évident. Le symbole 8 du tableau 1 est admis pour ce marquage.

La conformité est vérifiée par examen

5.1.5.2 BORNES des circuits de mesure

A moins qu'une indication claire (voir la note ci-dessous) ne soit donnée sur un appareil de mesure, les BORNES des circuits de mesure de tension et de courant ne sont pas considérées comme pouvant être reliées à des tensions par rapport à la terre supérieures à 50 V en courant alternatif ou à 120 V en courant continu, les BORNES doivent être marquées selon ce qui suit:

- a) les BORNES des circuits de mesure pour mesurage dans la catégorie de mesure I (voir 6.7.4) doivent être marqués avec la tension ou le courant assigné selon ce qui est applicable et avec le symbole 14 du tableau 1 (voir aussi 5.4.1 f) et g));
- b) les BORNES des circuits de mesure pour mesurage dans la catégorie de mesure II, III, IV (voir 6.7.4) doivent être marqués avec la tension ou le courant assigné selon ce qui est applicable 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.

NOTE Exemples d'indications autorisées, mentionnant que les entrées, dans tous les cas, sont prévues pour être inférieures à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu, par rapport à la terre:

- a) l'indication de l'échelle totale balayée par l'aiguille d'un voltmètre indicateur à simple gamme ou l'indication maximale d'un voltmètre multi-gamme;
- b) l'indication de l'échelle maximale portée sur un sélecteur de tension;
- c) l'information indiquée de la fonction prévue, (par exemple: millivoltmètre).

Il n'est pas nécessaire d'avoir un marquage des BORNES des circuits de mesurage de courant et de tension qui sont en permanence reliées et non-ACCESSIBLES (voir 5.4.3 i)). Une information sur la catégorie de mesure et sur la valeur maximale de la TENSION DE SERVICE ASSIGNÉE ou du courant maximum ASSIGNÉ de telles BORNES, doit être donnée dans les instructions d'installation de l'appareil (voir 5.4.3).

Une exception est aussi autorisée pour les BORNES des circuits (connecteurs) qui sont uniquement destinées à la connexion de BORNES spécifiques d'autres équipements, pourvu qu'il existe un moyen d'identification de ces BORNES.

Le marquage doit être placé à côté des BORNES. Cependant, s'il n'y a pas suffisamment d'espace (comme sur les appareils à entrées multiples), il est permis de placer le marquage en question sur la plaque signalétique ou sur le cadran, ou de marquer le symbole 14 du tableau 1 sur la BORNE.

La conformité est vérifiée par examen.

5.1.6 Interrupteurs et disjoncteurs

Si l'interrupteur de l'alimentation de puissance ou le disjoncteur est utilisé comme dispositif de sectionnement, la position Marche ou la position Arrêt doit être clairement repérée. Les symboles 9 et 10 du tableau 1 peuvent dans certains cas convenir comme identification du dispositif (voir 6.11.2.5). Un voyant lumineux n'est pas considéré comme un marquage satisfaisant. Les symboles 9 et 10 ne doivent pas être utilisés pour des interrupteurs autres que celui d'alimentation de puissance.

Si un interrupteur à bouton-poussoir est utilisé pour la déconnexion de l'appareil, les symboles 9 et 15 du tableau 1 peuvent être utilisés pour indiquer la position «Marche» et les symboles 10 et 16 pour indiquer la position «Arrêt», avec les symboles associés (9 et 15 ou 10 et 16) proches l'un de l'autre.

La conformité est vérifiée par examen.

5.1.7 Appareils protégés par ISOLATION DOUBLE ou par ISOLATION RENFORCÉE

Les appareils entièrement protégés par ISOLATION DOUBLE ou ISOLATION RENFORCÉE doivent être repérés par le symbole 11 du tableau 1, à moins qu'ils ne soient munis d'une BORNE DE TERRE DE PROTECTION.

Les appareils qui ne sont que partiellement protégés par ISOLATION DOUBLE ou par ISOLATION RENFORCÉE ne doivent pas porter le symbole 11 du tableau 1.

La conformité est vérifiée par examen.

5.1.8 Boîtes à BORNES à câbler sur place

Si la température des bornes ou de l'ENVELOPPE d'une boîte ou d'un compartiment à BORNES à câbler sur place, dépasse en condition normale, 60 °C, avec une température ambiante de 40 °C ou avec une température ambiante maximale ASSIGNÉE si elle est plus élevée, un marquage doit spécifier la température minimale ASSIGNÉE des câbles à relier aux BORNES. Le marquage doit être visible avant et durant la connexion, ou doit être à côté des BORNES.

La conformité, en cas de doute, est vérifiée en mesurant comme spécifié en 10.3 a) et, si c'est applicable, par examen des marquages.

5.2 Avertissements

Les avertissements marqués sur les appareils doivent être visibles lorsque l'appareil est prêt pour UTILISATION NORMALE. Si un avertissement s'applique à une partie particulière de l'appareil, cet avertissement doit être placé sur la partie concernée ou à proximité de celle-ci.

Les avertissements doivent avoir les dimensions suivantes:

- a) les symboles doivent avoir au moins une hauteur de 2,75 mm. Le texte doit avoir au moins une hauteur de 1,5 mm et une couleur contrastée par rapport à la couleur du fond.
- b) les symboles ou les textes, moulés ou gravés dans un matériau doivent avoir au moins une hauteur de 2,0 mm. S'il ne sont pas contrastés en couleur ils doivent avoir une gravure sur une profondeur ou une élévation de 0,5 mm.

S'il est nécessaire pour l'AUTORITÉ RESPONSABLE ou pour à l'OPÉRATEUR de se reporter aux instructions d'emploi pour conserver les protections offertes par l'appareil, celui-ci doit porter le symbole 14 du tableau 1. L'utilisation du symbole 14 n'est pas obligatoire avec des symboles qui sont expliqués dans la documentation.

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 l'appareil doit être isolé ou déconnecté de la TENSION DANGEREUSE avant l'accès.

Les avertissements sont spécifiés en 5.1.5.1 c), 6.1.2 b), 6.5.1.2 g) 6.6.2, 7.2 c), 7.3, 10.1 et 13.2.2.

La conformité est vérifiée par examen.

5.3 Durabilité du marquage

Le marquage, conformément aux prescriptions des 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 l'appareil. 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 appareils doivent être accompagnés de la documentation suivante, nécessaire à la sécurité:

- a) l'utilisation prévue de l'appareil;
- b) la spécification technique;
- c) les instructions d'emploi;
- d) le nom et l'adresse du constructeur ou du fournisseur auprès duquel il est possible d'obtenir l'assistance technique nécessaire;
- e) les renseignements spécifiés de 5.4.2 à 5.4.5;
- f) la définition des catégories de mesure applicables si le marquage des bornes est exigé sur l'appareil (voir 5.1.5.2);

- g) pour les appareils marqués de la catégorie I, un avertissement doit être donné de ne pas utiliser l'appareil de mesure dans les catégories de mesure II, III et IV, et il est nécessaire de fournir les caractéristiques ASSIGNÉES détaillées y compris les niveaux ASSIGNÉS de surtension transitoire.

S'il y a lieu, des avis d'avertissement et une explication claire des symboles d'avertissement marqués sur l'appareil doivent être donnés dans la documentation ou doivent être marqués de façon durable et lisible sur l'appareil. En particulier, il doit y avoir un avis expliquant qu'il est nécessaire de consulter la documentation chaque fois que le symbole 14 du tableau 1 est utilisé, afin de connaître la nature du DANGER potentiel et toutes actions à prendre

NOTE Si l'UTILISATION NORMALE de l'appareil implique la manipulation de substances dangereuses, il convient de donner des instructions sur l'utilisation correcte et sur les mesures de sécurité. Si une quelconque substance dangereuse est spécifiée ou fournie par le constructeur de l'appareil, il convient également de fournir les informations nécessaires sur leurs constituants et sur le procédé correct à employer pour les éliminer.

La conformité est vérifiée par examen.

5.4.2 Caractéristiques des appareils

La documentation doit comporter les informations suivantes:

- la tension d'alimentation ou la plage de tensions, la fréquence ou la plage de fréquences, et les CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES de puissance ou de courant;
- une description de tous les raccordements d'entrée et de sortie;
- les CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES de l'isolation des circuits extérieurs, appropriées en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT, lorsque ces circuits ne sont nulle part ACCESSIBLES (voir 6.6.2);
- l'indication de la plage des conditions d'environnement pour lesquelles l'appareil est conçu (voir 1.4);
- un avis sur le degré de pollution, si l'appareil est assigné selon la CEI 60529.

La conformité est vérifiée par examen.

5.4.3 Installation des appareils

La documentation doit inclure les instructions d'installation et de mise en service spécifique (des exemples sont donnés ci-dessous) et si c'est nécessaire pour la sécurité, des avertissements contre les DANGERS survenant durant l'installation ou la mise en service de l'appareil:

- les exigences relatives à l'assemblage, à la mise en place et au montage;
- les instructions pour mise à la terre de protection;
- les branchements à l'alimentation;
- pour les APPAREILS BRANCHÉS EN PERMANENCE:
 - les exigences relatives au câblage d'alimentation;
 - les prescriptions pour tout interrupteur ou tout disjoncteur extérieur (voir 6.11.2.1) et pour tous dispositifs extérieurs de protection contre les surintensités (voir 9.5.1) et une recommandation pour que l'interrupteur ou le disjoncteur soit placé à côté de l'appareil.
- les exigences de ventilation;
- les exigences pour services particuliers, par exemple air, liquide de refroidissement;
- le niveau maximal de puissance sonore produit par l'appareil qui émet du bruit, si la mesure est requise par 12.5.1;
- les instructions relatives au niveau de pression acoustique (voir 12.5.1);

- i) pour les bornes des circuits de mesure de tension et de courant branchées en permanence et non accessibles, les informations sur les catégories de mesure, sur la TENSION DE SERVICE ASSIGNÉE maximale ou sur le courant maximal ASSIGNÉ (voir 5.1.5.2).

La conformité est vérifiée par examen.

5.4.4 Fonctionnement des appareils

Les instructions d'emploi doivent comporter, lorsque cela s'applique:

- a) l'identification des dispositifs de commande et leur utilisation dans tous les modes opératoires;
- b) l'instruction de ne pas positionner l'appareil de telle manière qu'il soit difficile de manœuvrer le dispositif de sectionnement;
- c) 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;
- d) la spécification des limites de fonctionnement intermittent;
- e) une explication des symboles relatifs à la sécurité, utilisés sur l'appareil;
- f) les instructions pour le remplacement des matières consommables;
- g) les instructions relatives au nettoyage et à la décontamination;
- h) un avis listant tous les gaz potentiellement toxiques et nuisibles qui peuvent être libérés de l'appareil ainsi que les quantités probables;
- i) les instructions détaillées sur les procédures de réduction des risques concernant les liquides inflammables (voir 9.4 c)).

L'utilisateur doit être averti dans les instructions que, si l'appareil est utilisé d'une façon qui n'est pas spécifiée par le constructeur, la protection assurée par l'appareil peut être compromise.

La conformité est vérifiée par examen.

5.4.5 Entretien de l'appareil

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. Celles-ci doivent comprendre l'examen et le remplacement, si nécessaire, de tout tuyau ou autre partie contenant des liquides, si la défaillance de ces derniers peut créer un DANGER (voir 11.7).

NOTE Il convient que les instructions avertissent l'AUTORITÉ RESPONSABLE de tout essai nécessaire pour vérifier que l'appareil reste dans un état sûr. Il convient aussi qu'elles avertissent que la répétition de certains essais de cette norme risquerait d'endommager l'appareil et réduirait la protection contre les DANGERS.

Pour les appareils utilisant des piles ou des accumulateurs, le type spécifique de ces éléments doit être précisé.

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

Le calibre et les CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES des fusibles utilisés doivent être également précisés.

La conformité est vérifiée par examen.

6 Protection contre les chocs électriques

6.1 Généralités

6.1.1 Exigences

La protection contre les chocs électriques doit être maintenue en CONDITION NORMALE (voir 6.4) et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 6.5). Les parties ACCESSIBLES de l'appareil 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 6.11.

6.1.2 Exceptions

S'il n'est pas possible, pour des raisons fonctionnelles, d'éviter que les parties ci-dessous soient à la fois ACCESSIBLES et sous TENSION DANGEREUSE, elles peuvent néanmoins être ACCESSIBLES à l'OPÉRATEUR durant l'UTILISATION NORMALE tout en étant sous TENSION DANGEREUSE:

- a) parties de lampes et douilles de lampes, après démontage de la lampe;
- b) parties destinées à être remplacées par l'OPÉRATEUR (par exemple batteries) et qui peuvent être sous TENSION DANGEREUSE pendant leur remplacement ou autre action de l'OPÉRATEUR, mais seulement si elles ne sont ACCESSIBLES qu'au moyen d'un OUTIL et portent un marquage d'avertissement (voir 5.2);
- c) BORNES de mesure de type verrouillable ou à vis, y compris les BORNES qui n'ont pas besoin d'OUTIL.

Si une des parties de a) et b), reçoit une charge en provenance d'un condensateur interne, elle ne doit pas être sous TENSION DANGEREUSE 10 s après l'interruption de l'alimentation.

Lorsqu'une charge est reçue d'un condensateur interne, la conformité est vérifiée par les mesurages de 6.3 afin de s'assurer que les niveaux de 6.3.1 c) ne sont pas dépassés.

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 des 6.2.1 à 6.2.3. 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 une broche d'essai, ou si elles peuvent être atteintes en l'absence de toute couverture non considérée comme assurant une isolation appropriée (voir 6.9.1). Pour des parties sous TENSION DANGEREUSE avec une valeur de tension par rapport à la terre supérieure à 1 kV efficace ou 1,5 kV continu, une partie est considérée comme ACCESSIBLE si le doigt d'épreuve ou la broche d'essai atteint un point plus proche de cette partie sous TENSION DANGEREUSE que les points définis à partir des DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION PRINCIPALE et pour la TENSION DE SERVICE.

Si des interventions de l'OPÉRATEUR sont prévues pendant l'UTILISATION NORMALE (avec ou sans l'aide d'un OUTIL) et qu'elles augmentent l'accessibilité des parties, de telles interventions doivent être entreprises avant que soient effectués les contrôles indiqués dans les 6.2.1 à 6.2.3. Exemples:

- a) le démontage des couvercles;
- b) l'ouverture des portes;
- c) le réglage des dispositifs de commande;
- d) le remplacement de matériaux consommables;
- e) la dépose de parties.

Les appareils montés en baie ou en tiroir doivent être installés conformément aux instructions des constructeurs avant d'effectuer la détermination spécifiée dans les 6.2.1 à 6.2.3. Pour de tels appareils, l'OPÉRATEUR est supposé se trouver en face du tiroir.

6.2.1 Examen général

Le doigt d'épreuve articulé (voir figure B.2) doit être appliqué en chaque position possible. Lorsqu'une partie peut devenir ACCESSIBLE en appliquant une force, le doigt d'épreuve rigide (voir figure B.1) doit être appliqué avec une force de 10 N. 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, y compris le fond. Cependant sur les appareils recevant des modules enfichables, le doigt d'épreuve articulé est inséré jusqu'à une profondeur de 180 mm à partir de l'ouverture de l'appareil.

6.2.2 Ouvertures au-dessus de parties qui sont sous TENSION DANGEREUSE

Une broche d'essai métallique de 100 mm de long et de 4 mm de diamètre doit être insérée dans toutes les ouvertures situées au-dessus des parties qui sont sous TENSION DANGEREUSE. La broche d'essai doit être suspendue librement et peut pénétrer jusqu'à 100 mm. Les mesures de sécurité supplémentaires de 6.5, concernant la protection en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT, ne sont pas exigées car ces parties ne sont ACCESSIBLES que par cet essai.

Cet essai n'est pas appliqué aux bornes.

6.2.3 Ouvertures d'accès aux commandes prérégées

Une broche d'essai métallique de 3 mm de diamètre doit être 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 doit être appliquée dans toute direction possible à travers l'orifice. La pénétration ne doit pas dépasser 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.

6.3 Limites admissibles pour les parties ACCESSIBLES

La tension, le courant, la charge (ou l'énergie) entre une partie ACCESSIBLE et la terre d'essai de référence, ou entre deux autres parties ACCESSIBLES situées sur le même appareil à une distance maximale de 1,8 m (sur une surface ou dans l'air), 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.

6.3.1 Valeurs en CONDITION NORMALE

Les valeurs au-dessus des niveaux en CONDITION NORMALE suivants sont jugées être des TENSIONS DANGEREUSES. Les limites de 6.3.1 b) et c) s'appliquent uniquement si la tension dépasse le niveau de 6.3.1 a).

- a) Les niveaux de tension sont 33 V efficace, 46,7 V crête, ou 70 V continu. Pour les appareils assignés pour utilisation en ambiance humide, les niveaux de tension sont 16 V efficace, 22,6 V crête ou 35 V continu.
- b) les niveaux de courant sont:
 - 1) 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 l'intensité est mesurée avec le circuit de la figure A.1. Il est également possible en alternative 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 appareils assignés pour utilisation en EMPLACEMENT HUMIDE.
 - 2) 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.

c) Les niveaux de capacité et d'énergie sont:

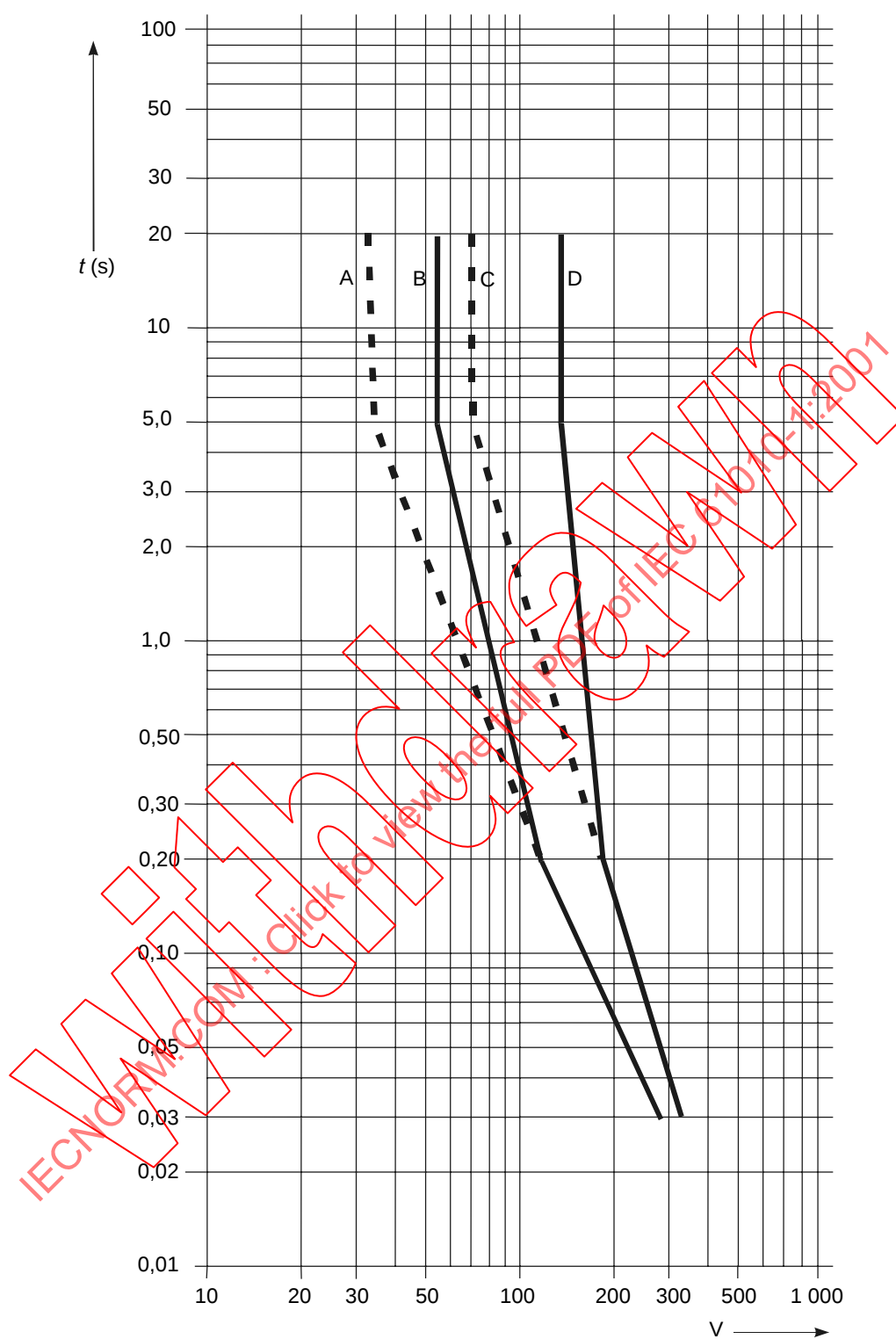
- 1) une charge de 45 μC pour les tensions jusqu'à 15 kV crête ou continu;
- 2) une énergie accumulée de 350 mJ pour les tensions supérieures à 15 kV crête ou continu.

Voir la figure 2.

6.3.2 Limites en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

Les valeurs au-dessus des niveaux en CONDITION PREMIER DÉFAUT suivants sont jugées être des TENSIONS DANGEREUSES. Les limites de 6.3.2 b) et c) s'appliquent uniquement si la tension dépasse le niveau de 6.3.2 a).

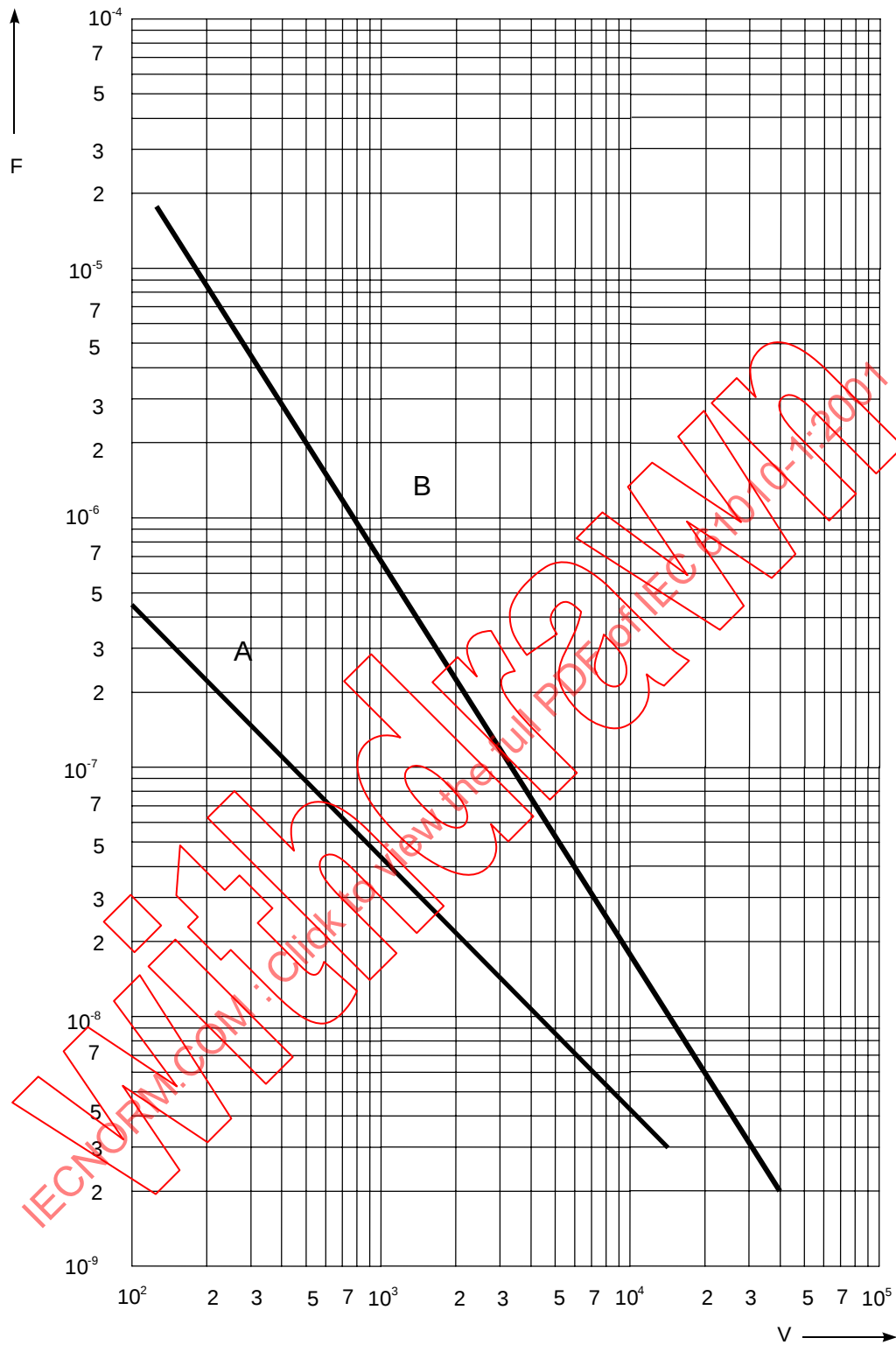
- a) Les niveaux de tension sont 55 V efficace, 78 V crête, ou 140 V continu. Pour les appareils ASSIGNÉS pour utilisation en EMBLACEMENT HUMIDE, les niveaux de tension sont 33 V efficace, 46,7 V crête ou 70 V continu. Lorsque la tension est transitoire, les niveaux sont ceux de la figure 1, mesurés aux extrémités d'une résistance de 50 k Ω .
- b) les niveaux de courant sont:
 - 1) 3,5 mA efficaces pour la forme d'onde sinusoïdale, 5 mA crête pour les fréquences non sinusoïdales ou mixtes, ou 15 mA continus, lorsque l'intensité est mesurée avec le circuit de la figure A.1. Il est également possible en alternative 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 appareils ASSIGNÉS pour utilisation en EMBLACEMENT HUMIDE.
 - 2) 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.
- c) Le niveau de capacité est donné à la figure 2.



Légende

- | | |
|---|--|
| A Niveau en courant alternatif en ambiance humide | C Niveau en courant continu en ambiance humide |
| B Niveau en courant alternatif en ambiance sèche | D Niveau en courant continu en ambiance sèche |

**Figure 1 – Durée maximale des tensions accessibles transitoires
en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 6.3.2 a))**



Légende

A CONDITION NORMALE

B CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

IEC 2734/2000

Figure 2 – Niveau de capacité chargée en CONDITION NORMALE et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 6.3.1 c) et 6.3.2 c))

6.4 Protection en CONDITION NORMALE

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

- a) ISOLATION PRINCIPALE (voir annexe D);
- b) ENVELOPPES OU BARRIÈRES;
- c) impédance.

Les ENVELOPPES et les BARRIÈRES doivent être conformes aux prescriptions de rigidité spécifiées en 8.1. Si les ENVELOPPES ou BARRIÈRES assurent une protection par isolation, celle-ci doit être conforme aux prescriptions relatives à l'ISOLATION PRINCIPALE.

Les LIGNES DE FUITE, les DISTANCES DANS L'AIR entre les parties ACCESSIBLES et les parties sous TENSION DANGEREUSE doivent être conformes aux prescriptions de 6.7 et aux valeurs spécifiées pour l'ISOLATION PRINCIPALE.

L'isolation solide entre les parties ACCESSIBLES et les parties sous TENSION DANGEREUSE doivent tenir l'essai de tension de 6.8 pour une isolation principale.

NOTE Il n'y a pas d'exigence sur l'épaisseur minimale de l'isolation solide à condition qu'elle soit capable de tenir l'essai de rigidité diélectrique de 6.8. Cependant, soumise à des conditions de contrainte mécanique et thermique, il est nécessaire de considérer les exigences des articles 8, 9 et 10. Un essai de décharge partielle pour l'isolation solide et en considération.

La conformité est vérifiée:

- 1) *par la détermination de 6.2 et par les mesures de 6.3.1 pour établir que les parties conductrices accessibles ne sont pas sous TENSION DANGEREUSE;*
- 2) *par examen ou mesure des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE comme spécifié en 6.7;*
- 3) *par les essais de rigidité diélectrique de l'ISOLATION PRINCIPALE de 6.8;*
- 4) *par les essais de 8.2, relatifs à la rigidité des ENVELOPPES et des BARRIÈRES.*

6.5 Protection en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT

Une protection supplémentaire doit être assurée pour empêcher les parties ACCESSIBLES d'être mises sous TENSION DANGEREUSE en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT. La protection doit être réalisée à partir d'un ou de plusieurs des moyens de protection spécifiés dans les paragraphes 6.5.1 à 6.5.3, ou par une coupure automatique de l'alimentation en cas de défaut (voir 6.5.4).

La conformité est vérifiée conformément aux prescriptions des paragraphes 6.5.1 à 6.5.4.

6.5.1 LIAISON PROTECTRICE

Les parties conductrices ACCESSIBLES, susceptibles d'être sous TENSION DANGEREUSE en CAS DE PREMIER DÉFAUT des moyens de protection primaires spécifiés en 6.4, doivent être reliées à la BORNE DE LA LIAISON PROTECTRICE. En variante, ces parties conductrices ACCESSIBLES doivent être séparées des parties qui sont sous TENSION DANGEREUSE par un écran conducteur de protection ou par une BARRIÈRE conductrice de protection reliés à la BORNE DE LA LIAISON PROTECTRICE.

NOTE Si les parties conductrices ACCESSIBLES sont séparées de toutes les parties sous TENSION DANGEREUSE par une ISOLATION DOUBLE ou par une ISOLATION RENFORCÉE, il n'est pas nécessaire de les relier à la BORNE DE LA LIAISON PROTECTRICE.

La conformité est vérifiée comme spécifié de 6.5.1.1 à 6.5.1.5.

6.5.1.1 Intégrité de la LIAISON PROTECTRICE

L'intégrité de la LIAISON PROTECTRICE doit être assurée par les moyens suivants.

- a) La LIAISON PROTECTRICE doit se composer de parties structurales directement branchées ou de conducteurs discrets, ou des deux à la fois. Elle doit supporter toutes les contraintes thermiques et dynamiques susceptibles de se produire avant qu'un des moyens de protection contre les surintensités (voir 9.5) ne déconnecte l'appareil de l'alimentation.
- b) Les connexions soudées soumises à une contrainte mécanique doivent avoir une fixation mécanique indépendamment de la soudure. De telles connexions ne doivent pas être utilisées à d'autres fins, telles que la fixation de parties structurales. Les connexions vissées doivent être protégées contre le desserrage.
- c) Lorsqu'une partie d'un appareil est démontable par l'OPÉRATEUR, la LIAISON PROTECTRICE pour le reste de l'appareil ne doit pas être interrompue (sauf lorsque cette partie porte également la connexion d'entrée RÉSEAU à l'ensemble de l'appareil).
- d) Les connexions conductrices amovibles, telles que charnières, coulisses, etc., ne doivent pas constituer l'unique parcours de la LIAISON PROTECTRICE, à moins qu'elles ne soient spécifiquement conçues pour assurer une interconnexion électrique et qu'elles ne soient conformes aux prescriptions du 6.5.1.3.
- e) La tresse métallique extérieure des câbles, même si elle est reliée à la BORNE DE TERRE DE PROTECTION, ne doit pas être considérée comme une LIAISON PROTECTRICE.
- f) Lorsque la puissance fournie par l'alimentation RÉSEAU traverse l'appareil pour être utilisée par d'autres appareils, il est également nécessaire de prévoir un moyen permettant de faire passer le conducteur de protection à travers l'appareil tout en protégeant l'autre appareil. L'impédance de passage du conducteur de protection à travers l'appareil ne doit pas dépasser la valeur spécifiée au 6.5.1.3.
- g) Les conducteurs de mise à la terre de protection peuvent être nus ou isolés. L'isolation doit être verte/jaune, sauf pour les cas suivants:
 - 1) pour les tresses de mise à la terre, l'isolation doit être soit verte/jaune ou transparente;
 - 2) pour les conducteurs de protection interne, et pour les autres conducteurs branchés à la BORNE DE TERRE DE PROTECTION dans des ensembles tels que câbles en nappe, barres omnibus, câblages imprimés flexible etc., il est possible d'utiliser n'importe quelle couleur, à condition que la non-identification d'un conducteur de protection ne soit pas susceptible de provoquer un DANGER. La combinaison bicolore, vert / jaune ne doit être utilisée uniquement pour identification du conducteur de protection et pour aucune autre raison.

NOTE Dans certains pays, l'identification de couleur verte pour le conducteur de protection est utilisé comme équivalent de la combinaison bicolore vert / jaune.

- h) Les appareils utilisant une LIAISON PROTECTRICE doivent être munis d'une BORNE conforme aux prescriptions du 6.5.1.2 et adaptée à la connexion à un conducteur de protection.

La conformité est vérifiée par examen.

6.5.1.2 BORNE DE TERRE DE PROTECTION

La BORNE DE TERRE DE PROTECTION doit être conforme aux prescriptions suivantes:

- a) Les surfaces de contact doivent être métalliques.

NOTE 1 Il convient de choisir les matériaux entrant dans la composition de la LIAISON PROTECTRICE, de manière à minimiser la probabilité de corrosion électrochimique entre la BORNE et le conducteur de protection, ou entre la BORNE ou le conducteur de protection et tout autre métal en contact avec eux.
- b) La connexion intégrale du conducteur de protection d'un socle de connecteur doit être considérée comme la BORNE DE TERRE DE PROTECTION;
- c) Pour les appareils munis d'un cordon souple démontable et pour les APPAREILS BRANCHÉS EN PERMANENCE, la BORNE DE TERRE DE PROTECTION doit être placée à proximité des BORNES d'alimentation RÉSEAU;

- d) Si un appareil n'a pas besoin d'être raccordé à une alimentation RÉSEAU, mais qu'il ait un circuit ou une partie qui doit être protégé par une mise à la terre, la BORNE DE TERRE DE PROTECTION doit être placée à proximité des BORNES du circuit pour lequel la mise à la terre de protection est nécessaire. Si ce circuit a des BORNES extérieures, la BORNE DE TERRE DE PROTECTION doit être également extérieure;
- e) Les BORNES DE TERRE DE PROTECTION des circuits RÉSEAU doivent être au moins équivalentes, en ce qui concerne l'intensité admissible, aux BORNES d'alimentation RÉSEAU;
- f) Les BORNES DE TERRE DE PROTECTION de type enfichable, combinées à d'autres BORNES et destinées à être reliées et déconnectées manuellement, par exemple fiches et connecteurs pour cordons d'alimentation ou ensembles de connecteurs pour unités enfichables, doivent être conçues de telle sorte que la connexion du conducteur de protection soit établie en premier et qu'elle se rompe en dernier par rapport aux autres connexions;
- g) Si la BORNE DE TERRE DE PROTECTION est aussi utilisée pour d'autres raisons de liaison, le conducteur de protection doit être mis le premier et fixé indépendamment des autres connexions. Le conducteur de protection doit être branché de telle manière qu'il soit improbable qu'il puisse être enlevé, lors d'une maintenance qui ne concerne pas le conducteur de protection ou il doit y avoir un marquage (voir 5.2) avertissant le besoin de remettre le conducteur de protection après sa dépose;
- h) Pour les appareils dans lesquels le conducteur de protection est exigé pour la protection en premier défaut dans un circuit de mesure, ce qui suit doit s'appliquer:
- 1) la BORNE DE TERRE DE PROTECTION et le conducteur de protection doivent avoir au moins le courant ASSIGNÉ des BORNES de mesure;
 - 2) la LIAISON PROTECTRICE ne doit pas être interrompue par la présence de tout interrupteur ou commutateur. Les dispositifs utilisés pour une liaison indirecte dans les appareils d'essai et de mesurage (voir 6.5.1.5) sont autorisés à faire partie de la LIAISON PROTECTRICE.
- i) Les BORNES DE TERRE FONCTIONNELLE (par exemple BORNES de terre de mesure) doivent, le cas échéant, permettre une connexion indépendante de celle du conducteur de protection;
- NOTE 2 L'appareil peut être muni de BORNES DE TERRE FONCTIONNELLE, quel que soit le moyen de protection utilisé.
- j) Si la BORNE DE TERRE DE PROTECTION est une borne à visser, elle doit être d'un calibre adapté au fil à serrer, mais d'une taille pas inférieure à du M 4 (n° 6), avec au moins trois filets de la vis engagés. La pression de contact exigée pour la connexion de la liaison ne doit pas être capable d'être réduite par la déformation des matériaux formant la connexion.

La conformité est vérifiée par examen. La conformité de j) est également vérifiée par l'essai suivant. L'assemblage de la vis dans une partie métallique ou un écrou, ensemble avec le conducteur de terre le moins favorable à fixer, et tout moyen associé de brider le conducteur, doit tenir, sans défaut mécanique, trois assemblages et démontages lorsque les couples de serrage du tableau 2 sont utilisés.

Tableau 2 – Couples de serrage pour les assemblages vissés

Taille de la vis mm	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
Couple de serrage N·m	1,2	2,0	3,0	6,0	10,0

6.5.1.3 Impédance de la LIAISON PROTECTRICE des appareils raccordés par une fiche

L'impédance entre la BORNE DE TERRE DE PROTECTION et chaque partie ACCESSIBLE pour laquelle une LIAISON PROTECTRICE est spécifiée ne doit pas dépasser 0,1 Ω . L'impédance du cordon d'alimentation RÉSEAU ne fait pas partie de l'impédance de la liaison spécifiée.

La conformité est vérifiée en appliquant un courant d'essai pendant 1 min et en calculant l'impédance. La valeur du courant d'essai est la plus élevée entre:

- a) 25 A continu ou alternatif (valeur efficace), à la fréquence ASSIGNÉE de la tension RÉSEAU;*
- b) deux fois la valeur du courant ASSIGNÉ de l'appareil.*

Si l'appareil est muni de dispositifs de protection contre les surintensités pour tous les pôles de l'alimentation RÉSEAU, et si le câblage entre cette alimentation et les dispositifs de protection contre les surintensités ne peut pas être raccordé à des parties conductrices ACCESSIBLES EN CONDITION DE PREMIER DÉFAUT, le courant pour le mesurage de l'impédance de liaison ne doit pas dépasser le double du courant ASSIGNÉ des dispositifs internes de protection contre les surintensités.

6.5.1.4 Impédance de la LIAISON PROTECTRICE des APPAREILS BRANCHÉS EN PERMANENCE

L'impédance de la LIAISON PROTECTRICE d'UN APPAREIL BRANCHÉ EN PERMANENCE doit être faible.

La conformité est vérifiée en appliquant un courant d'essai d'une valeur double de la valeur du moyen de protection contre les surintensités spécifiée dans les instructions d'installation pour le circuit d'alimentation RÉSEAU du bâtiment, pendant 1 min entre la BORNE DE TERRE DE PROTECTION et chaque partie conductrice ACCESSIBLE pour laquelle une LIAISON PROTECTRICE est spécifiée. La tension entre elles ne doit pas dépasser 10 V continu ou alternatif (valeur efficace).

Si l'appareil est muni de dispositifs de protection contre les surintensités pour tous les pôles de l'alimentation RÉSEAU, et si le câblage entre cette alimentation et les dispositifs de protection contre les surintensités ne peut pas être raccordé à des parties conductrices ACCESSIBLES EN CONDITION DE PREMIER DÉFAUT, le courant pour le mesurage de l'impédance de liaison ne doit pas dépasser le double du courant ASSIGNÉ des dispositifs internes de protection contre les surintensités.

6.5.1.5 Liaison indirecte pour équipement d'essai et de mesurage

La liaison indirecte établit une connexion entre la BORNE DE TERRE DE PROTECTION et les parties conductrices ACCESSIBLES lorsqu'elles passent sous TENSION DANGEREUSE à la suite d'une faute. Les dispositifs pouvant établir cette liaison indirecte sont:

- a) les dispositifs destinés à limiter la tension, qui deviennent conducteurs quand la tension est supérieure aux valeurs applicables de 6.3.2 a), avec protection de surintensité pour éviter la destruction du dispositif.

La conformité est vérifiée en connectant les parties conductrices ACCESSIBLES aux BORNES d'alimentation RÉSEAU et en branchant l'équipement à l'alimentation RÉSEAU comme en UTILISATION NORMALE. La tension entre les parties conductrices ACCESSIBLES et la BORNE DE TERRE DE PROTECTION ne doit pas être supérieure aux valeurs applicables de 6.3.2 a), pendant plus de 0,2 s.

- b) Les dispositifs de déclenchement sensibles à la tension qui coupent tous les pôles de l'alimentation RÉSEAU, et qui connectent les parties conductrices ACCESSIBLES à la BORNE DE TERRE DE PROTECTION dans les cas où la tension entre elles atteint les valeurs applicables de 6.3.2 a).

La conformité est vérifiée en appliquant une tension de valeurs applicables de 6.3.2 a) entre les parties conductrices ACCESSIBLES et la BORNE DE TERRE DE PROTECTION. L'action de déclenchement doit se produire dans un délai de 0,2 s.

6.5.2 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 6.7 (voir annexe D). Les ENVELOPPES doivent satisfaire aux exigences du 6.9.2.

L'isolation solide faisant partie d'une ISOLATION RENFORCÉE doit tenir l'essai de tension de 6.8 pour les valeurs de l'isolation renforcée.

La conformité est vérifiée selon les prescriptions des 6.7, 6.8 et 6.9.2. 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.

6.5.3 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 se composer d'un ou de plusieurs des éléments ci-après:

- a) un composant individuel approprié, de HAUTE INTÉGRITÉ (voir 14.6);
- b) une combinaison de composants;
- c) une combinaison entre l'ISOLATION PRINCIPALE et un dispositif de limitation du courant ou de la tension.

Les composants, fils et connexions doivent être calculés (ASSIGNÉS) conformément aux conditions imposées en UTILISATION NORMALE ainsi qu'en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT.

La conformité est vérifiée par examen et par les mesurages spécifiés au 6.3 dans la CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 4.4 2.1).

6.5.4 Déconnexion automatique de l'alimentation

Si la déconnexion automatique de l'alimentation est utilisée pour la protection en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT, le dispositif de déconnexion automatique doit être conforme aux prescriptions suivantes.

- a) Il doit être fourni avec l'appareil ou les instructions d'installation doivent spécifier le dispositif à installer comme partie de l'installation.
- b) Il doit avoir une valeur assignée pour déconnecter la charge dans le temps spécifié de la figure 1.
- c) Il doit avoir une valeur assignée pour les conditions de charge maximale ASSIGNÉE de l'appareil.

La conformité est vérifiée par examen des spécifications du dispositif et, si c'est applicable, les instructions d'installation. En cas de doute, le dispositif est vérifié pour tester la déconnexion de l'alimentation dans le temps exigé.

6.6 Connexion aux circuits externes

6.6.1 Généralités

La connexion aux circuits externes ne doit pas:

- a) mettre les parties ACCESSIBLES des circuits externe sous TENSION DANGEREUSE en CONDITION NORMALE ou en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT;
- ni
- b) mettre les parties ACCESSIBLES de l'appareil sous TENSION DANGEREUSE en CONDITION NORMALE ou en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT.

La protection doit être obtenue par la séparation des circuits, à moins que le court-circuit de la séparation ne puisse pas provoquer de DANGER.

Les instructions du constructeur ou les marquages de l'appareil doivent donner les informations suivantes pour chaque BORNE externe, selon ce qui est applicable en vue des exigences ci-dessus:

- 1) les conditions ASSIGNÉES pour lesquelles la BORNE a été conçue pour fonctionner tout en maintenant la sécurité (tension d'entrée/sortie maximale ASSIGNÉE, type de connecteur spécifique, utilisation donnée, etc.);
- 2) la valeur ASSIGNÉE de l'isolation exigée des circuits externes pour être conforme aux prescriptions de protection contre les chocs électriques, en CONDITION NORMALE et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT, suite à la connexion de la BORNE.

Pour l'accessibilité des BORNES, voir 6.6.2.

La conformité est vérifiée par:

- i) examen;
- ii) détermination de 6.2;
- iii) mesurage de 6.3 et 6.7;
- iv) les essais de rigidité diélectrique de 6.8 (sans le pré-conditionnement à l'humidité).

6.6.2 BORNES pour circuits externes

Les BORNES qui reçoivent une charge d'un condensateur interne ne doivent pas être sous TENSION DANGEREUSE 10 s après coupure de l'alimentation.

Les BORNES qui sont alimentées de l'intérieur, avec une TENSION DANGEREUSE supérieure à 1 kV efficace ou 1,5 kV continu ou les BORNES avec une tension flottante supérieure à 1 kV efficace ou 1,5 kV continu, alimentées de l'intérieur, ne doivent pas être ACCESSIBLES. Les appareils avec de telles BORNES doivent être conçus de sorte que la TENSION DANGEREUSE ACCESSIBLE ne soit pas présente lorsque les connecteurs ne sont pas accouplés, ou doivent être marqués avec le symbole 12 du tableau 1 (voir 5.2) pour avertir l'OPÉRATEUR de la présence éventuelle d'une TENSION DANGEREUSE ACCESSIBLE.

Les bornes de mesure non branchées qui sont sous tension dangereuse lorsque la tension ASSIGNÉE maximale est appliquée à la BORNE, ne doivent pas être ACCESSIBLES.

NOTE Pour les bornes verrouillables et à visser, voir 6.1.2 c).

La conformité est vérifiée par examen et par la détermination des parties accessibles comme spécifié en 6.2.

6.6.3 Circuits avec BORNES qui sont SOUS TENSION DANGEREUSE

Ces circuits ne doivent pas être reliés à des parties conductrices ACCESSIBLES, sauf pour les circuits qui ne sont pas des circuits RÉSEAU et qui sont conçus pour fonctionner avec un seul contact de BORNE au potentiel de terre. Dans de tels cas, les parties conductrices ACCESSIBLES ne doivent pas être sous TENSION DANGEREUSE.

Si un tel circuit est également conçu pour fonctionner avec un seul contact ACCESSIBLE de BORNE (signal bas) fluctuant à une tension qui n'est pas une TENSION DANGEREUSE, la connexion de ce contact de BORNE à une BORNE DE TERRE FONCTIONNELLE commune ou à un système commun (par exemple, un système de blindage coaxial) est permise. Il est également admis que cette BORNE DE TERRE FONCTIONNELLE commune ou ce système commun puisse être relié à d'autres parties conductrices ACCESSIBLES.

La conformité est vérifiée par examen.

6.6.4 BORNES ACCESSIBLES pour les conducteurs souples

- a) Les BORNES ACCESSIBLES pour cordons souples doivent être positionnées ou protégées de manière à éviter tout risque de contact accidentel entre des parties sous TENSION DANGEREUSE de polarité différente ou entre de telles parties et d'autres parties ACCESSIBLES, même si un brin de conducteur sort d'une BORNE. A moins que cela ne soit évident (ce qui est préférable), les BORNES ACCESSIBLES doivent porter un marquage indiquant si elles sont reliées ou non à des parties conductrices ACCESSIBLES (voir 5.1.6 c)).

La conformité est vérifiée par examen après avoir complètement inséré un conducteur souple dont l'isolation a été dénudée sur une longueur de 8 mm et dont l'un des brins est laissé libre. Le brin ne doit pas toucher de parties de polarité différente ni de parties ACCESSIBLES lorsqu'il est plié dans toutes les positions possibles, sans déchirer l'isolation ni faire de coudes à faible rayon de courbure autour des BARRIÈRES.

- b) Les BORNES ACCESSIBLES de circuits conduisant une TENSION DANGEREUSE ou un courant dangereux doivent être fixées, montées ou conçues de manière à ne pas prendre de jeu lorsqu'elles sont serrées ou desserrées, ou lorsque les connexions sont établies.

La conformité est vérifiée par essai manuel et par examen.

6.7 DISTANCES DANS L'AIR et LIGNES DE FUITE

Les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE sont spécifiées de 6.7.1 à 6.7.4 afin de tenir les tensions présentes sur le système pour lequel l'appareil est prévu. Elles tiennent compte aussi des conditions d'environnement ASSIGNÉES et de tout dispositif de protection fourni avec l'appareil 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 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 6.7.3.1 c).

6.7.1 Prescriptions générales

6.7.1.1 DISTANCES DANS L'AIR

Les DISTANCES DANS L'AIR sont spécifiées pour tenir la surtension maximale transitoire qui peut être présente sur le circuit, 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. 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:

- a) le type d'isolation (ISOLATION PRINCIPALE, ISOLATION RENFORCÉE, etc.);
- b) 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.

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 3. 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 3 – 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

6.7.1.2 LIGNES DE FUITE

Pour les LIGNES DE FUITE entre deux circuits, la TENSION DE SERVICE réelle qui contraint l'isolation entre les circuit doit être utilisée. 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.

Pour les besoins de ce paragraphe, les matériaux sont divisés en quatre groupes en fonction de la valeur de leurs IRC (Indices Comparatifs de Résistance au Cheminement) comme ce qui suit:

- Groupe de matériaux I $600 \leq \text{IRC}$
- Groupe de matériaux II $400 \leq \text{IRC} < 600$
- Groupe de matériaux IIIa $175 \leq \text{IRC} < 400$
- Groupe de matériaux IIIb $100 \leq \text{IRC} < 175$

Les valeurs IRC ci-dessus font référence aux valeurs obtenues, selon la CEI 60112, sur des échantillons spécifiquement préparés pour l'objet de l'essai avec la solution A.

Pour le verre, les céramiques ou autres matériaux isolants inorganiques qui ne tracent pas, les LIGNES DE FUITE n'ont pas besoin d'être plus grande que leur DISTANCE DANS L'AIR associée.

L'annexe E spécifie les mesures à prendre pour réduire le degré de POLLUTION.

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

6.7.2 Circuits RÉSEAUX

Les LIGNES DE FUITE et les DISTANCES DANS L'AIR doivent être conformes aux valeurs spécifiées dans le tableau 4.

Tableau 4 – DISTANCE DANS L'AIR et LIGNES DE FUITE pour les circuits RÉSEAUX

Tension phase neutre en courant alternatif (efficace) ou continu V	Valeurs pour la DISTANCE DANS L'AIR (voir la note 1) mm	Valeurs des LIGNES DE FUITE								
		DEGRÉ DE POLLUTION 1		DEGRÉ DE POLLUTION 2			DEGRÉ DE POLLUTION 3			
		Cartes de circuit imprimé IRC ≥ 100 mm	Tous groupes de matériau IRC ≥ 100 mm	Cartes de circuit imprimé IRC ≥ 100 mm	Matériau du groupe I IRC ≥ 600 mm	Matériau du groupe II IRC ≥ 400 mm	Matériau du groupe III IRC ≥ 100 mm	Matériau du groupe I IRC ≥ 600 mm	Matériau du groupe II IRC ≥ 400 mm	Matériau du groupe III IRC ≥ 100 mm
>50 ≤100	0,1	0,1	0,25	0,16	0,71	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2
>100 ≤150	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5
>150 ≤300	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1	3,0	3,8	4,1	4,7
>300 ≤600	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,3	6,0	7,5	8,3	9,4
NOTE 1 Les valeurs minimales pour la DISTANCE DANS L'AIR pour différents DEGRÉS DE POLLUTION, sont: En DEGRÉ DE POLLUTION 2: 0,2 mm En DEGRÉ DE POLLUTION 3: 0,8 mm NOTE 2 Les valeurs spécifiées le sont pour une ISOLATION PRINCIPALE ou une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE. Les valeurs pour une ISOLATION RENFORCÉE sont le double des valeurs de l'ISOLATION PRINCIPALE.										

6.7.3 Circuits autres que les CIRCUITS RÉSEAUX

6.7.3.1 Valeurs des DISTANCES DANS L'AIR – Généralités

- Pour les circuits dérivés des CIRCUITS RÉSEAUX, les DISTANCES DANS L'AIR doivent avoir les valeurs spécifiées dans le tableau 5, sauf pour les conditions spécifiées en b) ci-dessous.
- Les DISTANCES DANS L'AIR pour les cas suivants sont spécifiées en 6.7.3.2. De tels cas concernent les DISTANCES DANS L'AIR lorsque:
 - des moyens ont été pris à l'intérieur de l'appareil qui limite les surtensions à des niveaux en dessous de la tension de tenue aux chocs du tableau 5 (voir 14.9);
 - la surtension transitoire maximale possible est supérieure à la tension de tenue aux chocs du tableau 5;
 - elle comprend une TENSION DE SERVICE correspondant à la somme des tensions de plusieurs circuits ou à une tension mixte;
 - elle est limitée par la source (externe à l'appareil, mais comme spécifié par le constructeur) à des niveaux inférieurs aux tensions de tenue aux chocs du tableau 5 à condition que l'appareil ne soit pas prévu pour être branché à d'autres sources qui pourraient avoir des tensions de choc supérieures.
- Des DISTANCES DANS L'AIR réduites peuvent être utilisées en cas de construction homogène parce que la rigidité électrique 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 existent entre eux. En conséquence, des DISTANCES DANS L'AIR réduites peuvent être acceptées entre de telles parties conductrices dans les circuits autres que les CIRCUITS RÉSEAUX.

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 rigidité diélectrique. L'essai est en courant alternatif crête ou en courant continu, en utilisant la tension d'essai (voir le tableau 9) pour la valeur de la DISTANCE DANS L'AIR qui s'appliquerait en cas de construction non homogène.

Tableau 5 – DISTANCES DANS L'AIR pour les circuits dérivés des CIRCUITS RÉSEAUX

TENSION DE SERVICE	DISTANCE DANS L'AIR			
Courant alternatif (efficace) ou continu	Tension RÉSEAU ≤100 V	Tension RÉSEAU >100 V ≤150 V	Tension RÉSEAU >150 V ≤300 V	Tension RÉSEAU >300 V ≤ 600 V
	Tension de choc ASSIGNÉE	Tension de choc ASSIGNÉE	Tension de choc ASSIGNÉE	Tension de choc ASSIGNÉE
	500 V	800 V	1 500 V	2 500 V
V	mm	mm	mm	mm
50	0,05	0,12	0,53	1,51
100	0,07	0,13	0,61	1,57
150	0,10	0,16	0,69	1,64
300	0,24	0,39	0,94	1,83
600	0,79	1,01	1,61	2,41
1 000	1,66	1,92	2,52	3,45
1 250	2,23	2,50	3,16	4,16
1 600	3,08	3,39	4,11	5,21
2 000	4,17	4,49	5,30	6,48
2 500	5,64	6,02	6,91	8,05
3 200	7,98	8,37	9,16	10,2
4 000	10,6	10,9	11,6	12,8
5 000	13,7	14,0	14,9	16,1
6 300	17,8	18,2	19,1	20,3
8 000	23,5	23,9	24,7	26,0
10 000	30,3	30,7	31,6	32,9
12 500	39,1	39,6	40,5	41,9
16 000	52,0	52,5	53,5	54,9
20 000	67,4	67,9	68,9	70,5
25 000	87,4	87,9	89,0	90,6
32 000	117	117	118	120
40 000	151	151	153	154
50 000	196	196	198	199
63 000	258	258	260	261

6.7.3.2 Valeurs des DISTANCES DANS L'AIR lorsque le tableau 5 n'est pas applicable et pour les circuits de 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 6;

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

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:

$$F = (1,25 U_w/U_m) - 0,25 \text{ si } 0,2 < U_w/U_m < 1$$

$$F = 0 \text{ si } U_w/U_m \leq 0,2$$

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 6 pour une tension ayant 1,6 fois la valeur de la TENSION DE SERVICE réelle.

NOTE Ce qui suit sont deux exemples:

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

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

$$F = (1,25 U_w/U_m) - 0,25 = (1,25 \times 3\,500/8\,000) - 0,25 = 0,347$$

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

$$\text{DISTANCE DANS L'AIR} = D_1 + F(D_2 - D_1) = 16,7 + 0,347 (29,5 - 16,7) = 17,7 + 4,4 = 21,1 \text{ mm}$$

- b) Distance dans l'air pour une ISOLATION PRINCIPALE pour une TENSION DE SERVICE secondaire crête de 400 V dérivée d'une tension primaire de 230 V en courant alternatif, mais avec une surtension limitée à l'intérieur de l'appareil à 2 100 V maximum.

$$U_m = U_w + U_t = (400 + 2\,100) = 2\,500 \text{ V}$$

$$U_w/U_m < 0,2 \text{ aussi } F = 0$$

$$\text{DISTANCE DANS L'AIR} = D_1 = 1,45 \text{ mm}$$

Tableau 6 – Valeurs des DISTANCES DANS L'AIR pour le calcul de 6.7.3.2

$\dot{U}_m$	DISTANCE DANS L'AIR		$\dot{U}_m$	DISTANCE DANS L'AIR	
	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 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.

6.7.3.3 Valeurs des LIGNES DE FUITE

Le tableau 7 indique les LIGNES DE FUITE en fonction de la TENSION DE SERVICE.

Tableau 7 – LIGNES DE FUITE

TENSION DE SERVICE	ISOLATION PRINCIPALE OU ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE								
	Sur circuit imprimé		Autres circuits						
	degré de POLLUTION		degré de POLLUTION						
	1	2	1	2			3		
	Groupe de matériaux IIIb mm	Groupe de matériaux IIIa mm		Groupe de matériaux I mm II mm IIIa-b mm			Groupe de matériaux I mm II mm IIIa-b (voir note) mm		
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10	0,025	0,04	0,08	0,40	0,40	0,40	1,00	1,00	1,00
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05
16	0,025	0,04	0,10	0,45	0,45	0,45	1,10	1,10	1,10
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,20	1,20	1,20
25	0,025	0,04	0,125	0,50	0,50	0,50	1,25	1,25	1,25
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,80	1,10	1,4	1,6	1,8
50	0,025	0,04	0,18	0,60	0,85	1,20	1,5	1,7	1,9
63	0,040	0,063	0,20	0,63	0,90	1,25	1,6	1,8	2,0
80	0,063	0,10	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1
100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,00	1,4	1,8	2,0	2,2
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4
160	0,25	0,40	0,32	0,80	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5
200	0,40	0,63	0,42	1,00	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2
250	0,56	1,0	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0
320	0,75	1,6	0,75	1,60	2,2	3,2	4,0	4,5	5,0
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0	9,0	10,0
800	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0	11	12,5
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10,0	12,5	14	16
1 250	4,2	6,3	4,2	6,3	9,0	12,5	16	18	20
1 600	5,6	8,0	5,6	8,0	11	16	20	22	25
2 000	7,5	10,0	7,5	10,0	14	20	25	28	32
2 500	10,0	12,5	10,0	12,5	18	25	32	36	40
3 200	12,5	16	12,5	16	22	32	40	45	50
4 000	16	20	16	20	28	40	50	56	63
5 000	20	25	20	25	36	50	63	71	80
6 300	25	32	25	32	45	63	80	90	100
8 000	32	40	32	40	56	80	100	110	125
10 000	40	50	40	50	71	100	125	140	160
12 500	50	63	50	63	90	125			
16 000	63	80	63	80	110	160			
20 000	80	100	80	100	140	200			
25 000	100	125	100	125	180	250			
32 000	125	160	125	160	220	320			
40 000	160	200	160	200	280	400			
50 000	200	250	200	250	360	500			
63 000	250	320	250	320	450	600			

NOTE 1 Les matériaux du groupe IIIb ne sont pas recommandés pour les applications au-dessus de 630 V en degré de pollution 3.

NOTE 2 L'interpolation des lignes de fuite est permise.

6.7.4 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. Quand le circuit de mesure est utilisé pour mesurer un RÉSEAU, les contraintes transitoires peuvent être estimées par l'emplacement à l'intérieur de l'installation où le mesurage est réalisé. Lorsque le circuit de mesure est utilisé pour tout autre mesurage de signal électrique, les contraintes transitoires doivent être prises en compte par l'utilisateur pour s'assurer qu'elles ne dépassent pas les possibilités de l'appareil de mesure. Dans cette présente norme, les circuits 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 au RÉSEAU.

NOTE 4 Exemples: mesurage sur des circuits non dérivés du RÉSEAU, et spécialement protégés (en interne) des circuits dérivés du RÉSEAU. Dans ce dernier cas, les contraintes transitoires sont variables; pour cette raison 5.4.1 g) exige que l'utilisateur soit informé de la possibilité de tenue aux transitoires de l'appareil.

6.7.4.1 Valeurs des DISTANCES DANS L'AIR

Les DISTANCES DANS L'AIR pour les catégories de mesure I doivent être calculées selon 6.7.3.2.

Les DISTANCES DANS L'AIR pour les catégories de mesure II, III et IV sont spécifiées dans le tableau 8.

Tableau 8 – DISTANCES DANS L'AIR pour les catégories de mesure II, III et IV

Tension nominale phase neutre en courant alternatif ou continu de l'alimentation RÉSEAU	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 ≤1 000	5,5	8	14	10,5	14,3	24,3

6.7.4.2 Valeurs des LIGNES DE FUITE

Le tableau 7 spécifie les LIGNES DE FUITE en fonction de la TENSION DE SERVICE

6.8 Procédure pour les essais de rigidité diélectrique

6.8.1 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) chaque BORNE DE LA TERRE DE PROTECTION ou chaque BORNE DE TERRE FONCTIONNELLE;*
- b) 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. De telles parties sous tension sont reliées entre elles mais ne font pas partie de la terre de référence d'essai. Sont aussi exclues les parties conductrices ACCESSIBLES qui sont autorisées à être sous TENSION DANGEREUSE par les exceptions de 6.1.2;*
- c) toute partie isolante ACCESSIBLE de l'ENVELOPPE, recouverte d'une feuille métallique en tous points, excepté autour des BORNES. Pour les tensions d'essai jusqu'à 10 kV alternatif 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;*
- d) 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.*

6.8.2 Préconditionnement à l'humidité

Pour s'assurer que l'appareil ne causera pas de DANGER dans les conditions d'humidité décrites au 1.4, il est soumis à un preconditionnement à l'humidité avant d'effectuer les essais de tension indiqués au 6.8.4. L'appareil n'est pas mis en marche pendant le preconditionnement.

Si un enveloppement dans une feuille est exigé par le 6.8.1, 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 % RH $\pm$ 2,5 % RH. La température de l'air dans l'étuve doit être maintenue à 40 °C $\pm$ 2 °C.

Avant d'appliquer l'humidité, l'appareil est porté à une température de 42 °C $\pm$ 2 °C et est normalement maintenu à cette température pendant au moins 4 h avant de le 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 l'appareil.

L'appareil reste dans l'étuve pendant 48 h. Au bout de cette période, on le retire et on le laisse récupérer pendant 2 h dans les conditions d'environnement pour les essais de 4.3.1, les couvercles des appareils non ventilés étant retirés.

6.8.3 Conduite des essais

Les essais spécifiés dans le 6.8.4 sont effectués et achevés dans l'heure qui suit la fin de la période de reprise, après le préconditionnement à l'humidité. L'appareil n'est pas mis 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 ainsi que les dispositifs limiteurs, en parallèle à l'isolation soumise à l'essai, peuvent être déconnectés.

Si deux ou plus de deux moyens de protection sont combinés (voir 6.5 et 6.6.1), 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.

6.8.4 Essais de tension

Les essais de tension sont appliqués en utilisant les valeurs spécifiées au tableau 9. Aucun claquage ni aucun contournement répété ne doivent 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 alternatives. 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.

Les DISTANCES DANS L'AIR en cas de construction homogène (voir 6.7.1.1), sont testées avec une tension en courant alternatif, continu ou en onde de choc avec la valeur crête spécifiée au tableau 9 pour la valeur de DISTANCE DANS L'AIR pour une construction non homogène. Pour simplifier une tension en courant alternatif peut être choisie, ou une tension en courant continu pour éviter les courants capacitifs ou l'essai en impulsion pour réduire la puissance dissipée dans les composants.

Les essais aux ondes de choc sont du même type que l'essai 1,2/50 ms spécifié dans la CEI 60060, conduit avec un minimum de 3 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 les valeurs du tableau 9 pour l'ISOLATION PRINCIPALE.

NOTE 1 Lors de l'essai de circuits, il se peut qu'il ne soit pas possible de séparer les essais de DISTANCE DANS L'AIR des essais d'isolant 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 CEI 60270).

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

Table 9 – 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 or d.c.	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 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 L'interpolation des tensions d'essai est autorisée.

6.8.4.1 Correction, due à l'altitude, des tensions d'essai pour qualifier des DISTANCES DANS L'AIR en cas de construction homogène

Les coefficients de correction de la tension d'essai, lorsque le site d'essai est situé à une altitude différente de 2 000 m, sont mentionnés au tableau 10. Les coefficients ne doivent être utilisés que lorsque la tension d'essai est destinée à qualifier une DISTANCE DANS L'AIR en cas de construction homogène. Sur le site d'essai, la tension d'essai corrigée fournira à une DISTANCE DANS L'AIR la même contrainte en tension que la tension d'essai originale aurait donné à 2 000 m.

Tableau 10 – Coefficients de correction pour tension d'essai selon l'altitude du site d'essai

Altitude du site d'essai m	Coefficients de correction pour les plages de tension d'essai			
	$327 V_{\text{crête}} \leq \hat{U}_{\text{essai}} < 600 V_{\text{crête}}$ $231 V_{\text{eff.}} \leq U_{\text{essai}} < 424 V_{\text{eff.}}$	$600 V_{\text{crête}} \leq \hat{U}_{\text{essai}} < 3\,500 V_{\text{peak}}$ $424 V_{\text{eff.}} \leq U_{\text{essai}} < 2\,475 V_{\text{eff.}}$	$3\,500 V_{\text{crête}} \leq \hat{U}_{\text{essai}} < 25 \text{ kV}_{\text{crête}}$ $2\,475 V_{\text{eff.}} \leq U_{\text{essai}} < 17,7 \text{ kV}_{\text{eff.}}$	$25 \text{ kV}_{\text{crête}} \leq \hat{U}_{\text{essai}}$ $17,7 \text{ kV}_{\text{eff.}} \leq U_{\text{essai}}$
Niveau de la mer	1,08	1,16	1,22	1,24
1 à 500	1,06	1,12	1,16	1,17
501 à 1 000	1,04	1,08	1,11	1,12
1 001 à 2 000	1,00	1,00	1,00	1,00
2 001 à 3 000	0,96	0,92	0,89	0,88
3 001 à 4 000	0,92	0,85	0,80	0,79
4 001 à 5 000	0,88	0,78	0,71	0,70

6.9 Prescriptions relatives à la construction pour la protection contre les chocs électriques

6.9.1 Généralités

Si une défaillance peut provoquer un DANGER:

- la sécurité des connexions câblées soumises à des contraintes mécaniques ne doit pas dépendre uniquement du soudage;
- les vis qui fixent les couvercles amovibles doivent être imperdables si leur longueur détermine une LIGNE DE FUITE ou une DISTANCE DANS L'AIR entre parties conductrices ACCESSIBLES et parties SOUS TENSION DANGEREUSE;
- un desserrage ou une libération accidentelle des câbles, vis, etc. ne doit pas risquer de mettre les parties ACCESSIBLES SOUS TENSION DANGEREUSE.

Les matériaux qui suivent ne doivent pas être utilisés comme isolant quand la sécurité est impliquée:

- les matériaux facilement endommageables (par exemple: laque, émail, oxydes et films anodiques);
- les matériaux hygroscopiques non imprégnés (par exemple: papier, fibres et les matériaux fibreux).

La conformité est vérifiée par examen.

6.9.2 ENVELOPPES d'appareil avec ISOLATION DOUBLE ou ISOLATION RENFORCÉE

Les appareils protégés totalement par une ISOLATION DOUBLE ou une ISOLATION RENFORCÉE doivent être munis d'une ENVELOPPE qui entoure toutes les parties métalliques. Cette exigence ne s'applique pas aux petites parties métalliques telles que plaques signalétiques, vis ou rivets, si ces parties sont séparées des parties qui sont sous TENSION DANGEREUSE par une ISOLATION RENFORCÉE ou équivalente.

Les ENVELOPPES ou parties d'ENVELOPPE en matière isolante doivent répondre aux prescriptions pour l'ISOLATION DOUBLE et pour l'ISOLATION RENFORCÉE.

Les ENVELOPPES ou parties d'ENVELOPPE en métal doivent être protégées par l'un des moyens suivants, à l'exception des parties utilisant une IMPÉDANCE PROTECTRICE:

- a) munir la partie interne de l'ENVELOPPE d'un revêtement isolant ou d'une BARRIÈRE isolante, qui doit entourer toutes les parties métalliques et tous les endroits où le desserrage d'une partie qui est sous TENSION DANGEREUSE pourrait la faire entrer en contact avec une partie métallique de l'ENVELOPPE;
- b) assurer que les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUIE entre l'ENVELOPPE et les parties qui sont sous TENSION DANGEREUSE ne puissent pas descendre en dessous des valeurs de l'isolation principale, en cas de desserrage de parties ou de fils.

Les vis ou écrous munis de rondelles d'arrêt ne sont pas considérés comme susceptibles de se desserrer; il en est de même pour les fils qui sont fixés mécaniquement par un moyen supplémentaire à la seule soudure.

La conformité est vérifiée par examen, par mesurage ainsi que par les essais du 6.8.

6.9.3 Indication de dépassement de gamme

En cas de DANGER lorsque l'OPÉRATEUR se fie à la valeur d'une grandeur affichée par l'appareil (par exemple la tension), l'affichage doit indiquer sans ambiguïté et chaque fois que la valeur est supérieure à la valeur positive maximale ou inférieure à la valeur négative minimale de la gamme pour laquelle l'appareil est configuré.

NOTE Des exemples d'indications dangereuses comprenant les situations suivantes où un dépassement de gamme n'apporte pas une indication sans ambiguïté:

- a) indicateurs analogiques qui s'arrêtent exactement aux extrémités de l'échelle;
- b) indicateurs numériques qui affichent une valeur inférieure lorsque la vraie valeur dépasse le maximum de la gamme (par exemple 001,5 V affiché alors que la valeur réelle est 1 001,5 V);
- c) enregistreurs qui écrivent sur le bord du tracé, affichant ainsi une valeur égale au maximum de la gamme alors que la vraie valeur est plus forte.

La conformité est vérifiée par examen et, en cas de doute, en imposant une valeur de dépassement de gamme.

6.10 Raccordement à la source d'alimentation RÉSEAU et connexion entre les parties de l'appareil

6.10.1 Cordons d'alimentation RÉSEAU

Les prescriptions suivantes s'appliquent à la fois aux cordons d'alimentation RÉSEAU à demeure et aux cordons d'alimentation RÉSEAU fournis avec les appareils:

- a) les cordons d'alimentation RÉSEAU doivent être de calibre ASSIGNÉ pour le courant maximal prévu pour l'appareil et le câble utilisé doit être conforme à la CEI 60227 ou CEI 60245. Les cordons d'alimentation RÉSEAU certifiés et approuvés par tout laboratoire d'essai national sont considérés comme conformes à cette prescription;
- b) si le cordon est susceptible de toucher une partie externe très chaude de l'appareil, il doit être réalisé avec un matériau résistant à la chaleur adapté;

- c) lorsqu'un cordon détachable est utilisé, à la fois le cordon et le socle du connecteur doivent avoir la plus haute température ASSIGNÉE requise par l'une des deux parties;

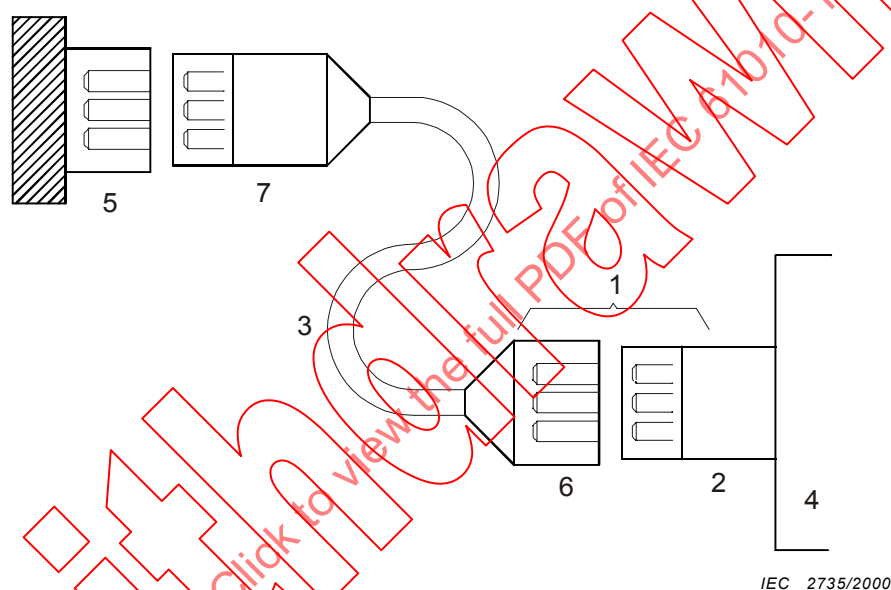
NOTE La prescription de la même température ASSIGNÉE pour à la fois le cordon et le socle de connecteur garantit qu'un cordon d'alimentation avec une basse température ASSIGNÉE ne peut être utilisé par inadvertance.

- d) les conducteurs de couleur vert/jaune doivent être uniquement utilisés pour assurer la connexion avec des BORNES DE TERRE DE PROTECTION.

Les cordons d'alimentation RÉSEAU détachables avec prises RÉSEAU conformes à la CEI 60320 doivent soit correspondre aux prescriptions de la CEI 60799, soit être de calibre ASSIGNÉ au moins pour le courant ASSIGNÉ de la prise RÉSEAU fixée au cordon d'alimentation.

La terminologie pour les cordons d'alimentation au RÉSEAU est donnée à la figure 3.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par mesurage.



Légende

- | | |
|---|---|
| 1 Connecteur | 4 Appareil |
| 2 Socle du connecteur | 5 Socle fixe de prise de courant RÉSEAU |
| 3 Câble d'alimentation non fixé à demeure | 6 prise RÉSEAU |
| | 7 Fiche RÉSEAU |

Figure 3 – Cordons et connexions RÉSEAUX détachables

6.10.2 Mise en place des cordons d'alimentation RÉSEAU non détachables

Les cordons d'alimentation RÉSEAU doivent être protégés contre l'abrasion et contre les flexions à faible rayon de courbure, au point où le cordon s'insère dans l'appareil, par l'un des moyens suivants:

- un orifice d'entrée ou une traversée de cloison avec une ouverture bien arrondie;
- une protection de cordon solidement fixée, en matière isolante, qui dépasse l'ouverture d'entrée d'au moins cinq fois le diamètre hors tout du cordon ayant la section la plus importante susceptible d'être utilisé. Pour ce qui concerne les cordons méplats, la dimension de la section la plus importante est prise comme diamètre hors tout.

La conformité est vérifiée par examen, et si nécessaire par mesurage des dimensions.

La fixation du cordon doit protéger les conducteurs du cordon des contraintes, y compris la torsion à l'endroit où ils sont connectés à l'appareil, et doit protéger l'isolation des conducteurs contre l'abrasion. Si le cordon glisse dans sa fixation, le conducteur de mise à la terre de protection, s'il existe, doit être le dernier à supporter la contrainte.

La fixation du cordon doit être conforme aux exigences suivantes:

- a) le cordon ne doit pas être serré par une vis qui porte directement sur lui;
- b) il ne doit pas y avoir de nœuds sur le cordon;
- c) il ne doit pas être possible de pousser le cordon dans l'appareil à tel point que cela soit susceptible d'entraîner un risque;
- d) une défaillance de l'isolation du cordon dans une fixation de cordon comportant des parties métalliques ne doit pas provoquer une mise sous TENSION DANGEREUSE de parties conductrices ACCESSIBLES;
- e) un presse-étoupe ne doit pas être utilisé comme fixation de cordon, à moins qu'il ne dispose d'un moyen lui permettant de fixer tous types et toutes tailles de cordons d'alimentation RÉSEAU qui répondent aux prescriptions du 6.10.1 et qui soient adaptés à la connexion aux BORNES prévues, ou que ce presse-étoupe ne soit conçu pour terminer un cordon d'alimentation blindé;
- f) la fixation du cordon doit être conçue de telle sorte que le remplacement du cordon n'entraîne pas de DANGER et la manière d'empêcher les contraintes doit apparaître nettement.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai de poussée-traction comme suit. Le cordon est poussé manuellement aussi loin que possible à l'intérieur de l'appareil. Il est ensuite soumis 25 fois à une traction constante de la valeur indiquée au tableau 11, appliquée pendant 1 s dans la direction la moins favorable. Immédiatement après, le cordon est soumis pendant 1 min à une torsion de valeur égale à celle qui est indiquée au tableau 11.

Tableau 11 – Essais mécaniques sur les cordons d'alimentation

Masse de l'appareil kg	force N	couple N·m
≤1	30	0,10
>1 ≤4	60	0,25
>4	100	0,35

Après les essais:

- 1) le cordon ne doit pas être endommagé;
- 2) le cordon ne doit pas avoir été déplacé longitudinalement de plus de 2 mm;
- 3) aucun signe de contrainte ne doit apparaître à l'endroit où la fixation serre le cordon;
- 4) les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE ne doivent pas avoir été réduites en dessous des valeurs applicables;
- 5) le cordon doit tenir l'essai de tension de 6.8 (sans le préconditionnement à l'humidité).

6.10.3 Fiches et connecteurs

- a) Les fiches et les connecteurs destinés au raccordement de l'appareil à l'alimentation RÉSEAU, y compris les connecteurs utilisés pour le raccordement des cordons d'alimentation RÉSEAU amovibles à l'appareil, doivent être conformes aux spécifications correspondantes applicables aux fiches, aux socles et aux connecteurs.
- b) Si l'appareil est uniquement conçu pour être alimenté par des tensions inférieures à celles qui sont indiquées au 6.3.2 a) en CONDITION NORMALE ou en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT, ou alimenté à partir d'une source uniquement utilisée pour alimenter l'appareil en question, les fiches du cordon d'alimentation RÉSEAU ne doivent pas s'adapter aux prises des systèmes d'alimentation RÉSEAU de tensions supérieures à la valeur de la tension d'alimentation ASSIGNÉE de l'appareil. Les prises et socles de type RÉSEAU ne doivent pas être utilisés pour un autre usage que celui de la liaison à l'alimentation RÉSEAU.
- c) Si l'appareil relié par cordon ou par broches de fiche reçoit une charge d'un condensateur interne, les broches ne doivent pas être sous TENSION DANGEREUSE 5 s après coupure de l'alimentation.
- d) Sur les appareils munis de socles RÉSEAU pour auxiliaires:
 - 1) si le socle est en mesure de recevoir une fiche d'alimentation RÉSEAU normale, il doit y avoir un marquage conforme au 5.1.3 e);
 - 2) si le socle est muni d'un contact de BORNE DE TERRE DE PROTECTION, la connexion de raccordement de l'appareil à l'entrée de l'alimentation RÉSEAU doit comporter un conducteur de mise à la terre de protection relié à une BORNE DE TERRE DE PROTECTION.

La conformité est vérifiée par examen. Pour les fiches recevant une charge d'un condensateur interne, les mesurages de 6.3 sont effectués afin de s'assurer que les niveaux du 6.3.1 c) ne sont pas dépassés.

6.11 Sectionnement de la source d'alimentation

6.11.1 Généralités

A part les exceptions indiquées dans le 6.11.1.1, l'appareil doit être muni d'un dispositif permettant de le sectionner de chaque source d'alimentation en énergie, qu'elle soit interne ou externe à l'appareil. Les dispositifs de sectionnement doivent sectionner tous les conducteurs véhiculant le courant.

NOTE Les appareils peuvent aussi être munis d'un interrupteur ou d'un autre dispositif de sectionnement à des fins fonctionnelles.

La conformité est vérifiée conformément aux paragraphes 6.11.1.1 à 6.11.3.2.

6.11.1.1 Exceptions

Un dispositif de sectionnement n'est pas exigé si un court-circuit ou une surcharge n'est pas susceptible d'entraîner un DANGER. Les cas énumérés ci-dessous en sont des exemples:

- a) appareils uniquement destinés à être alimentés par une source de basse énergie telle qu'une petite batterie;
- b) appareils destinés à être raccordés à une alimentation protégée par impédance. Une telle alimentation possède une impédance telle que, lorsque l'appareil est soumis à un court-circuit ou à une surcharge, les conditions ASSIGNÉES d'alimentation ne sont pas dépassées et aucun DANGER n'est susceptible d'être engendré;
- c) appareils constitués par une charge protégée par impédance. Une telle charge est un composant sans protection discrète contre les surintensités ni protection thermique, dont l'impédance est telle que les CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES ne sont pas dépassées lorsque le circuit, dont le composant fait partie, est soumis à un court-circuit ou à une surcharge.

La conformité est vérifiée par examen. En cas de doute, un court-circuit ou une surintensité est appliqué afin de vérifier qu'aucun DANGER ne peut apparaître.

6.11.2 Exigences selon les types d'appareil

6.11.2.1 APPAREILS BRANCHÉS EN PERMANENCE et appareils polyphasés

LES APPAREILS BRANCHÉS EN PERMANENCE et les appareils polyphasés doivent utiliser un interrupteur ou un disjoncteur comme moyen de sectionnement.

Lorsqu'un interrupteur ne fait pas partie de l'appareil, la documentation relative à l'installation de l'appareil doit spécifier que:

- a) un interrupteur ou un disjoncteur doit être inclus dans l'installation électrique du bâtiment;
- b) il doit se trouver à proximité immédiate de l'appareil et doit être facilement accessible par l'OPÉRATEUR;
- c) il doit être marqué comme étant le dispositif de coupure de l'appareil.

La conformité est vérifiée par examen.

6.11.2.2 Appareils monophasés branchés par cordon

Les appareils monophasés branchés par cordon doivent être munis de l'un des dispositifs de sectionnement suivants:

- a) un interrupteur ou un disjoncteur;
- b) un connecteur d'appareil qui peut être déconnecté sans l'utilisation d'un OUTIL;
- c) une fiche mobile, sans dispositif de verrouillage, entrant dans un socle du bâtiment.

La conformité est vérifiée par examen.

6.11.2.3 DANGERS liés à la fonction

Les appareils dont la fonction est susceptible d'entraîner un DANGER doivent être munis d'un sectionneur d'urgence qui ne doit pas nécessairement sectionner les circuits auxiliaires (tels que circuits de refroidissement) nécessaires à la sécurité.

Les appareils ayant des parties mobiles ACCESSIBLES susceptibles d'entraîner un DANGER doivent être munis d'un sectionneur d'urgence qui ne doit pas être situé à plus de 1 m de la partie mobile.

La conformité est vérifiée par examen.

6.11.3 Dispositifs de sectionnement

Si un dispositif de sectionnement fait partie de l'appareil, il doit être électriquement situé aussi près que possible de l'alimentation. Les composants consommateurs d'énergie ne doivent pas être situés électriquement entre la source d'alimentation et le dispositif de sectionnement.

Les circuits de suppression des perturbations électromagnétiques peuvent se trouver sur le côté alimentation du dispositif de sectionnement.

La conformité est vérifiée par examen.

6.11.3.1 Interrupteurs et disjoncteurs

Tout interrupteur ou disjoncteur utilisé comme dispositif de sectionnement doit correspondre aux prescriptions de la CEI 60947-1 et de la CEI 60947-3 et être adapté à l'application.

Si un interrupteur ou un disjoncteur est utilisé comme dispositif de sectionnement, il doit avoir un marquage précisant cette fonction. Dans le cas où il n'y a qu'un seul dispositif – un interrupteur ou un disjoncteur – les symboles 9 et 10 du tableau 1 sont suffisants.

Un interrupteur ne doit pas être intégré à un cordon d'alimentation RÉSEAU.

Un interrupteur ou disjoncteur ne doit interrompre aucun conducteur de mise à la terre de protection.

Un interrupteur ou disjoncteur muni de contacts destinés au sectionnement et de contacts pour d'autres fins doit être conforme aux prescriptions de 6.6 et 6.7 relatives à la séparation entre circuits.

La conformité est vérifiée par examen.

6.11.3.2 Connecteurs et fiches

Si un connecteur ou une fiche mobile est utilisé comme dispositif de sectionnement, il doit être immédiatement identifiable et à portée de main de l'OPÉRATEUR. Pour un APPAREIL PORTABLE monophasé, une fiche de cordon dont la longueur n'est pas supérieure à 3 m est considérée comme étant à portée de main. Le conducteur de mise à la terre de protection d'un connecteur doit être connecté avant les conducteurs d'alimentation et être déconnecté après eux.

La conformité est vérifiée par examen.

7 Protection contre les risques mécaniques

7.1 Généralités

La manipulation en UTILISATION NORMALE et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT ne doit pas entraîner de DANGER.

NOTE Il est recommandé que toutes les parties facilement touchées de l'ENVELOPPE de l'appareil, telles qu'arêtes, projections, angles, ouvertures, protections, poignées et éléments similaires, soient lisses et arrondies de manière à éviter toute blessure pendant l'UTILISATION NORMALE de l'appareil.

La conformité est vérifiée conformément aux 7.2 à 7.6.

7.2 Parties mobiles

Les parties mobiles ne doivent pas être capables d'écraser, de couper ou de perforer des parties du corps de l'OPÉRATEUR, susceptible d'entrer en contact avec elles, ni de lui pincer sévèrement la peau.

Cette exigence ne s'applique pas aux parties mobiles facilement touchées qui sont manifestement destinées à fonctionner sur des parties ou matériaux extérieurs à l'appareil, comme les appareils de perçage et de malaxage. Il est recommandé que de tels appareils soient conçus de manière à minimiser tout risque de contact avec ces parties mobiles (par exemple par insertion de protections, poignées, etc.).

Si durant la phase de maintenance habituelle, en dehors de la période d'UTILISATION NORMALE, on ne peut éviter, pour des raisons techniques, que l'OPÉRATEUR doive exécuter une opération, tel un ajustage, nécessitant l'accès à des parties mobiles dangereuses, cet accès est autorisé lorsque toutes les précautions précisées ci-dessous auront été prises:

- a) l'accès aux parties mobiles n'est rendu possible qu'avec un OUTIL;
- b) les instructions fournies à l'AUTORITÉ RESPONSABLE comportent une indication précisant que l'OPÉRATEUR doit être formé avant d'être autorisé à effectuer l'opération dangereuse;
- c) il y a des avertissements (voir 5.2) sur toutes les protections et toutes les parties qui doivent être démontées pour laisser l'accès, interdisant l'accès aux OPÉRATEURS non formés. Comme alternative possible, le symbole 14 du tableau 1 doit être inscrit sur les protections et les parties concernées, en incluant les avertissements dans la documentation associée.

La conformité est vérifiée par examen.

7.3 Stabilité

En UTILISATION NORMALE, les appareils et les ensembles d'appareils qui ne sont pas fixés à la structure du bâtiment avant d'être mis en service doivent être physiquement stables.

Si des moyens sont utilisés pour garantir la stabilité après l'ouverture de tiroirs, etc. par un OPÉRATEUR, ou bien ces moyens doivent être automatiques, ou bien des repérages conformes au 5.2 doivent être indiqués.

La conformité est vérifiée en effectuant séparément chacun des essais suivants (lorsqu'ils sont applicables). Les récipients contiennent la quantité ASSIGNÉE de substance, afin de reproduire les conditions d'UTILISATION NORMALE les moins favorables. Les roulettes, s'il y en a, sont placées dans leur position la moins favorable d'UTILISATION NORMALE. Sauf spécification contraire, les portes, tiroirs, etc., sont fermés:

- a) *les appareils (autres que les APPAREILS PORTATIFS (À MAIN)) sont inclinés dans chaque direction à un angle de 10° par rapport à leur position normale;*
- b) *une force est appliquée au niveau du bord supérieur ou à une hauteur de 2 m si l'appareil a une hauteur supérieure à 2 m de tout appareil qui a, à la fois, une hauteur de 1 m ou plus et un poids de 25 kg ou plus, et de tous les appareils posés sur le sol. L'intensité de la force est égale à 250 N, ou à 20 % du poids de l'équipement, en appliquant la valeur la moins élevée; cette force est appliquée dans toutes les directions, excepté dans la direction ascendante. Les vérins employés en UTILISATION NORMALE, et les portes, tiroirs, etc., destinés à être ouverts par un OPÉRATEUR, sont placés dans leurs positions les moins favorables;*
- c) *une force vers le bas de 800 N est appliquée au point où le moment de cette force est maximal sur:*
 - 1) *toute surface horizontale de travail;*
 - 2) *toute autre surface présentant un épaulement évident et qui ne se trouve pas à plus de 1 m au-dessus du niveau du sol.*

Durant les essais l'appareil ne doit pas basculer.

La conformité des exigences du marquage est vérifiée par examen.

7.4 Moyens de levage et de transport

Lorsque l'appareil est muni de poignées ou anses de transport, ces dernières doivent être capables de supporter une force égale à quatre fois le poids de l'appareil.

Les appareils ou les parties dont la masse est égale ou supérieure à 18 kg doivent être accompagnés d'un moyen de levage et de transport, ou bien des instructions doivent être données dans la documentation du constructeur.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant:

Une poignée ou anse unique est soumise à une force correspondant à quatre fois le poids de l'appareil. La force est appliquée uniformément sur une largeur de 70 mm, au centre de la poignée, sans serrage. La force est régulièrement accrue de telle sorte que la valeur d'essai soit atteinte au bout de 10 s et qu'elle soit exercée pendant 1 min.

Si l'appareil est équipé de plusieurs poignées ou anses, la force est répartie entre les poignées ou anses dans la même proportion qu'en UTILISATION NORMALE. Si l'appareil est muni de plusieurs poignées ou anses mais qu'il soit conçu de telle sorte qu'il puisse être aisément transporté par une seule poignée ou anse, chaque poignée ou anse doit être en mesure de supporter la force totale.

Les poignées ou anses ne doivent pas se détacher de l'appareil et ne doivent présenter aucune déformation permanente, aucune fissure ni aucun autre signe de détérioration.

7.5 Montage mural

Les équerres de montage des appareils destinés à être montés sur un mur ou au plafond doivent supporter quatre fois le poids de l'équipement.

La conformité est vérifiée après montage de l'appareil selon les instructions du constructeur, en utilisant les attaches et la construction du mur spécifiés. Les équerres ajustables sont ajustées dans la position qui donnera la projection la plus grande à partir du mur.

Si la construction du mur n'est pas spécifiée, une plaque de plâtre (mur sec) épaisse de 10 mm $\pm$ 2 mm sur des plots de dimension nominale de 50 mm $\times$ 100 mm $\pm$ 10 mm espacés de 400 mm $\pm$ 10 mm, doit être utilisée comme surface de support. Les équerres sont appliquées comme spécifié dans les instructions, mais si ce n'est pas spécifié sont positionnées sur la plaque de plâtre entre les plots.

Les équerres de montage sont ensuite soumises au poids de l'appareil ajouté à une force correspondant à trois fois le poids de l'appareil, agissant verticalement par le centre de gravité. La masse d'essai est appliquée progressivement et est augmentée de zéro à la pleine charge en 5 s à 10 s puis est maintenue 1 min.

Après l'essai, il ne doit pas y avoir de dommages sur les équerres et sur la surface de montage.

7.6 Parties éjectées

L'appareil doit retenir ou limiter l'énergie des parties qui sont susceptibles de provoquer un DANGER si elles sont éjectées en cas de panne.

Les moyens de protection contre les parties éjectées ne doivent pas pouvoir être retirés sans l'aide d'un OUTIL.

La conformité est vérifiée par examen, après application des conditions de défaut applicables au 4.4.

8 Résistance mécanique aux chocs et aux vibrations

L'appareil ne doit pas entraîner de risque lorsqu'il est soumis à des chocs et à des vibrations susceptibles de se produire en UTILISATION NORMALE. Pour satisfaire à cette exigence, l'appareil doit avoir une résistance mécanique appropriée, ses composants doivent être fixés de façon fiable et les branchements électriques doivent être sûrs.

La conformité est vérifiée en effectuant les essais de 8.1 et, excepté pour les APPAREILS FIXES, l'essai approprié de 8.2. L'appareil n'est pas mis en marche durant ces essais. Les parties qui ne font pas partie de l'enveloppe ne sont pas soumises aux essais de 8.1.

A l'issue des essais, l'appareil doit satisfaire aux essais de tension du 6.8 (sans le préconditionnement à l'humidité) et est examiné afin de vérifier que:

- a) les parties qui sont sous TENSION DANGEREUSE ne sont pas devenues ACCESSIBLES;
- b) les ENVELOPPES ne présentent aucune fissure susceptible de présenter un risque;
- c) les DISTANCES DANS L'AIR ne sont pas inférieures à leurs valeurs admises et l'isolation du câblage interne n'est pas endommagée;
- d) les BARRIÈRES n'ont pas été endommagées ni desserrées;
- e) aucune partie n'est mise à nu, sauf comme permis par 7.2;
- f) il n'y a pas eu de détérioration susceptible de provoquer la propagation du feu.

La détérioration de la finition, les petites traces de coups qui ne réduisent ni les LIGNES DE FUITE ni les DISTANCES DANS L'AIR en dessous des valeurs spécifiées dans cette présente norme, et les petits copeaux qui ne nuisent pas à la protection contre les chocs électriques ou l'humidité, ne sont pas pris en considération. La rupture de toute partie qui ne fait pas partie de l'enveloppe est ignorée.

8.1 Essai de rigidité de l'ENVELOPPE

8.1.1 Essai statique

L'appareil est fermement maintenu contre un support rigide et soumis à une force de 30 N appliquée par l'extrémité hémisphérique d'une tige solide de 12 mm de diamètre. La tige est appliquée à toute partie de l'ENVELOPPE qui est ACCESSIBLE, lorsque l'appareil est prêt à l'emploi et qui serait susceptible d'entraîner un risque en cas de déformation, y compris toute partie située à la partie inférieure d'un APPAREIL PORTABLE.

En cas de doute sur la tenue d'une ENVELOPPE non métallique à température élevée, l'essai est effectué après que l'appareil a fonctionné à une température ambiante de 40 °C, ou à la température ambiante maximale assignée si elle est supérieure, et jusqu'à stabilisation thermique. L'appareil est déconnecté de la source d'alimentation avant de réaliser l'essai.

8.1.2 Essai dynamique

Les socles, couvercles etc. prévus pour être retirés et remplacés par l'OPÉRATEUR ont des vis de fixation serrées avec le couple susceptible d'être appliqué en UTILISATION NORMALE. L'essai est réalisé avec l'appareil maintenu fermement sur un support rigide à toute partie des surfaces qui sont ACCESSIBLES en UTILISATION NORMALE et qui serait susceptible d'entraîner un DANGER en cas de détérioration.

Les ENVELOPPES non métalliques des appareils dont la température ambiante minimale ASSIGNÉE inférieure à 2 °C sont refroidies à la température ambiante minimale ASSIGNÉE et l'essai est réalisé dans l'intervalle de 10 min.

L'essai est réalisé sur un maximum de trois points en utilisant une sphère en acier. L'énergie est de 5 J.

L'élément de frappe est une sphère en acier de 50 mm de diamètre et d'une masse de 500 g $\pm$ 25 g.

L'essai est réalisé comme décrit à la figure 4. La hauteur X est de 1 m pour 5 J.

En alternative, l'essai de chute (voir figure 4) peut être réalisé avec l'élément mis à 90° de sa position normale.

Après l'essai, les parties SOUS TENSION DANGEREUSES sous les fenêtres ou les visualisations visiblement endommagées ne doivent pas être ACCESSIBLES et les autres parties de l'ENVELOPPE doivent être conformes aux prescriptions de L'ISOLATION PRINCIPALE.

Les appareils suivants et les parties sont exclus de l'essai:

- a) les appareils de tableau;
- b) les APPAREILS PORTATIFS (À MAIN);
- c) les appareils enfichés directement;
- d) les composants ou fenêtres ne faisant pas partie de l'ENVELOPPE.

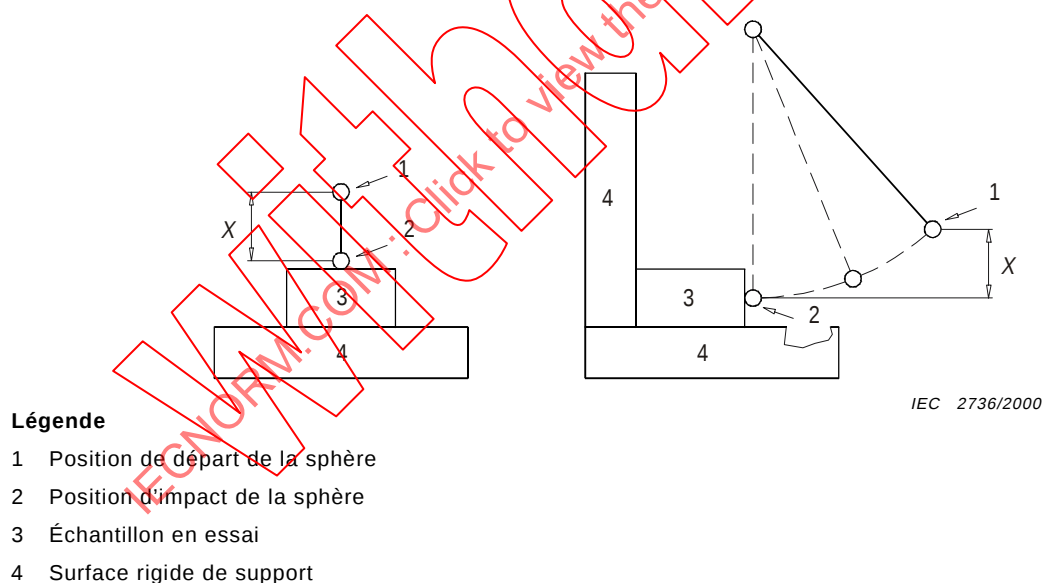


Figure 4 – Essai d'impact utilisant une sphère

8.2 Essai de chute

8.2.1 Appareils autres que les APPAREILS PORTATIFS (À MAIN) et les appareils enfichés directement

Les essais doivent être conduits de la manière suivante:

- a) *pour les appareils d'une masse inférieure à 20 kg, une chute sur un angle comme spécifié en 8.2.1.1;*
- b) *pour les appareils d'une masse comprise entre 20 kg et 100 kg, une chute frontale comme spécifié en 8.2.1.2;*
- c) *pour les APPAREILS FIXES et pour les appareils d'une masse supérieure à 100 kg, aucun essai n'est exigé.*

NOTE Si l'appareil comporte deux ou plusieurs éléments, la valeur de la masse à prendre en compte est celle de chaque élément. Cependant si un ou plusieurs des éléments sont prévus pour être attachés ou pour être supportés par un autre élément, ces éléments sont à traiter comme un seul élément.

La méthode d'essai employée doit garantir qu'il n'est pas possible à l'appareil de culbutter sur l'autre face au lieu de tomber sur la face en essai comme souhaité, et doit aussi l'empêcher de pivoter autour de l'arête suivante.

Si le nombre d'arêtes du fond dépasse quatre, seulement quatre chutes doivent être effectuées sur quatre arêtes choisies.

8.2.1.1 Essai de chute sur un angle

L'appareil est placé dans sa position d'UTILISATION NORMALE sur une surface lisse, rigide et dure en béton ou en acier, il est élevé de la surface d'essai en plaçant sous les angles adjacents d'une des arêtes du fond un plot de bois de 10 mm de haut et un plot de bois de 20 mm. L'appareil est ensuite élevé de la surface d'essai en le faisant pivoter autour de l'arête entre les deux plots, jusqu'à ce que l'autre angle adjacent au plot de 10 mm soit élevé de 100 mm $\pm$ 10 mm, ou que l'angle fait entre l'appareil et la surface d'essai soit de 30°, l'une des deux conditions la moins sévère. Il est ensuite laissé tomber librement sur la surface d'essai. L'appareil doit être soumis à une chute sur chacun des quatre angles du fond en effectuant l'essai sur les quatre arêtes à tour de rôle.

8.2.1.2 Essai de chute frontale

L'appareil est placé dans sa position d'UTILISATION NORMALE sur une surface lisse, rigide et dure en béton ou en d'acier, puis incliné autour de l'une de ses arêtes de telle sorte que la distance entre l'arête inférieure opposée et la surface d'essai soit de 25 mm $\pm$ 2,5 mm ou que l'angle entre le fond et la surface d'essai soit de 30°, l'une des deux conditions la moins sévère. Il est ensuite laissé tomber librement sur la surface d'essai.

8.2.2 APPAREILS PORTATIFS (À MAIN) et appareils enfichés directement

Les APPAREILS PORTATIFS (À MAIN) et les appareils enfichés directement sont laissés tomber une seule fois d'une distance de 1 m sur un panneau en bois dur de 50 mm d'épaisseur et d'une densité de plus de 700 kg/m³, posé à plat sur un socle rigide, comme un bloc de béton. L'appareil est laissé tomber de manière à se retrouver dans la position supposée présenter la condition la plus sévère.

Les enveloppes non métalliques des appareils dont la température ambiante minimale ASSIGNÉE est inférieure à 2 °C sont refroidies à la température ambiante minimale assignée et l'essai est réalisé dans l'intervalle de 10 min.

9 Protection contre la propagation du feu

Il ne doit pas y avoir de propagation du feu en dehors de l'appareil, en CONDITION NORMALE et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT. Le diagramme de la figure 5 montre les méthodes de vérification de la conformité.

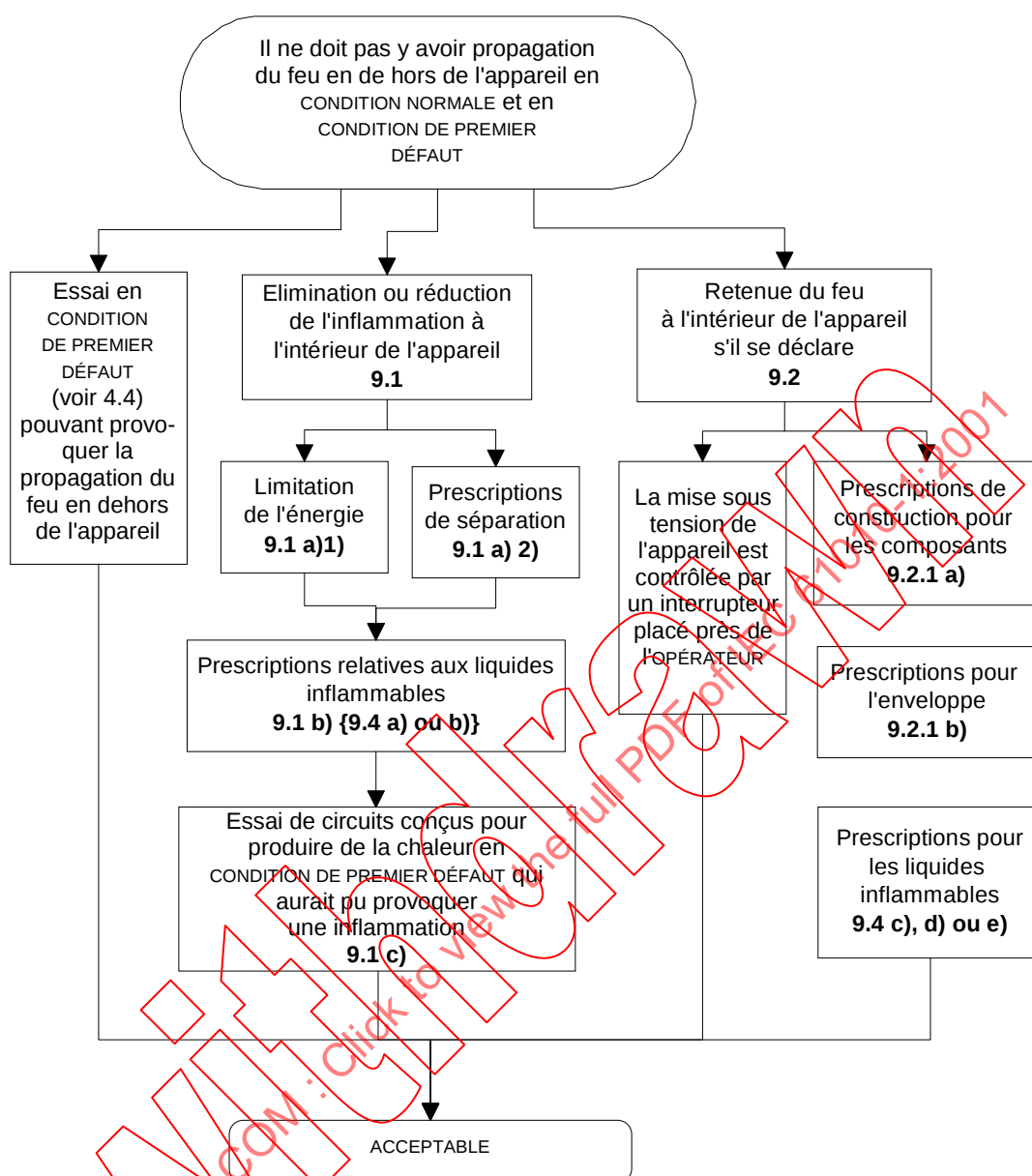
La conformité est vérifiée par au moins une des méthodes suivantes.

- a) Essai en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 4.4) qui risque de propager le feu en dehors de l'appareil. Le critère de conformité de 4.4.4.3 doit être rempli.*
- b) En vérifiant l'élimination ou la réduction des sources d'inflammation à l'intérieur de l'appareil comme spécifié en 9.1.*
- c) En vérifiant, comme spécifié en 9.2, que, si un feu se déclare, il sera retenu à l'intérieur de l'appareil.*

Ces méthodes alternatives peuvent être appliquées à travers tout l'appareil ou séparément pour différentes sources de DANGER ou pour différentes zones de l'appareil.

NOTE 1 Les méthodes b) et c) sont basées sur des critères de conception spécifiés accomplis, par contraste la méthode a) repose entièrement sur les essais spécifiés en CONDITIONS DE PREMIER DÉFAUT.

NOTE 2 Voir 13.2.2 concernant la protection contre le feu provoqué par des batteries.



IEC 2737/2000

Figure 5 – Diagramme expliquant les prescriptions pour la protection contre la propagation du feu

9.1 Elimination ou réduction de l'inflammation à l'intérieur de l'appareil

NOTE Tous les circuits de l'appareil qui ne peuvent être classés comme circuit à énergie limitée (voir 9.3) sont considérés comme sources d'inflammation de feu, donc soit la méthode 9 a) ou la méthode 9 c) est utilisée.

Le risque d'inflammation et d'arrivée du feu est considéré comme réduit à un niveau acceptable si les prescriptions suivantes sont remplies pour chaque source de DANGER d'inflammation.

a) soit 1) ou 2):

- 1) La tension, le courant et la puissance disponible dans le circuit ou dans une partie de l'appareil est limitée comme spécifié en 9.3.

La conformité est vérifiée par mesurage des valeurs des énergies limitées comme spécifié en 9.3.

- 2) L'isolation entre les parties à des potentiels différents est conforme aux prescriptions de l'ISOLATION PRINCIPALE, ou il peut être démontré que le pontage de l'isolation ne provoquera pas d'inflammation.

La conformité est vérifiée par examen et en cas de doute par essai.

b) Tout DANGER d'inflammation lié à un liquide inflammable est réduit à un niveau de risque acceptable comme spécifié en 9.4.

La conformité est vérifiée comme spécifié en 9.4.

c) Dans les circuits conçus pour produire de la chaleur, aucune inflammation ne survient après chaque essai en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 4.4) qui aurait pu provoquer une inflammation.

La conformité est vérifiée par les essais applicables de 4.4, en appliquant le critère de 4.4.4.3.

9.2 Retenue du feu à l'intérieur de l'appareil s'il se déclare

Le risque de propagation du feu à l'extérieur de l'appareil est considéré comme réduit à un niveau acceptable si les prescriptions suivantes de construction sont remplies.

- a) la mise sous tension de l'appareil est contrôlée par un interrupteur placé près de l'OPÉRATEUR;
- b) l'appareil et son ENVELOPPE sont conformes aux prescriptions de construction de 9.2.1 et aux prescriptions de 9.4 b) ou c).

La conformité est vérifiée par examen et comme spécifié en 9.2.1 et en 9.4.

9.2.1 Prescriptions de construction

Les prescriptions de construction suivantes doivent être remplies:

- a) les câbles isolants doivent avoir une classification d'inflammabilité d'un grade équivalent au moins à FV-1 de la CEI 60707, les connecteurs et les matériaux isolants sur lesquels des composants sont montés doivent avoir une classification d'inflammabilité d'un grade FV-2 ou meilleur de la CEI 60707. (Voir aussi 14.8 pour les prescriptions pour les circuits imprimés.)

La conformité est vérifiée par examen des données sur les matériaux ou en réalisant les essais d'inflammabilité de la CEI 60707 sur trois échantillons des parties considérées. Les échantillons peuvent être une des parties suivantes:

- 1) *partie complète;*
- 2) *section d'une partie, y compris l'endroit avec l'épaisseur de paroi la plus faible et toute ouverture d'aération;*
- 3) *spécimens selon la CEI 60707.*

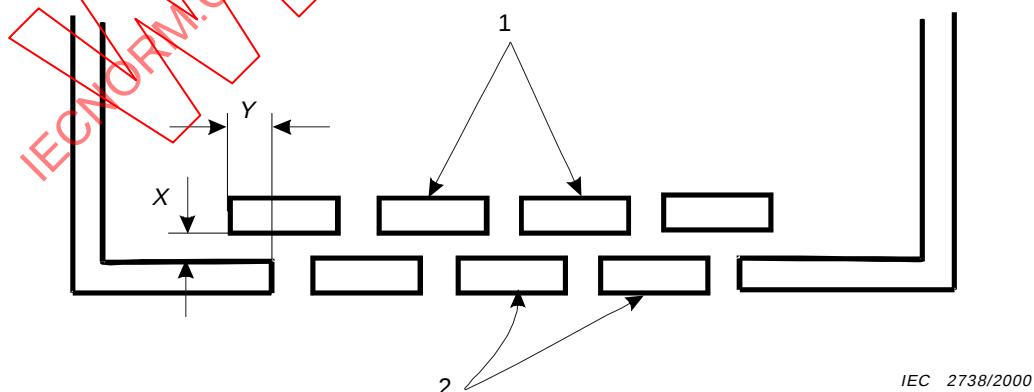
b) L'ENVELOPPE doit être conforme aux prescriptions suivantes:

- 1) le fond ne doit pas avoir d'ouvertures ou, jusqu'aux limites spécifiées à la figure 7, doit être construit avec des chicanes comme spécifié à la figure 6, ou doit être en métal perforé comme spécifié au tableau 12, ou il doit y avoir un écran métallique avec un grillage dont la maille ne dépasse pas 2 mm × 2 mm de centre à centre et avec un diamètre de fil d'au moins 0,45 mm;
- 2) les côtés ne doivent pas avoir d'ouverture à l'intérieur de la zone qui est incluse dans la ligne projetée C de la figure 7;
- 3) l'ENVELOPPE, les chicanes ou les BARRIÈRES coupe-flamme doivent être en métal (à l'exception du magnésium) ou en matières non métalliques de classe d'inflammabilité FV 1, ou meilleure, conformément à la CEI 60707;
- 4) l'ENVELOPPE, les chicanes ou les BARRIÈRES coupe-flamme doivent avoir une rigidité adaptée.

La conformité est vérifiée par examen. En cas de doute, la classification d'inflammabilité des prescriptions de b) 3) est vérifiée comme spécifié en a).

Tableau 12 – Perforation acceptable du fond de l'enveloppe

Epaisseur minimale	Diamètre maximal des trous	Espacement minimal des trous, entre axes
mm	mm	mm
0,66	1,14	1,70 (233 trous / 645 mm ²)
0,66	1,19	2,36
0,76	1,15	1,70
0,76	1,19	2,36
0,81	1,91	3,18 (72 trous / 645 mm ²)
0,89	1,90	3,18
0,91	1,60	2,77
0,91	1,98	3,18
1,00	1,60	2,77
1,00	2,00	3,00

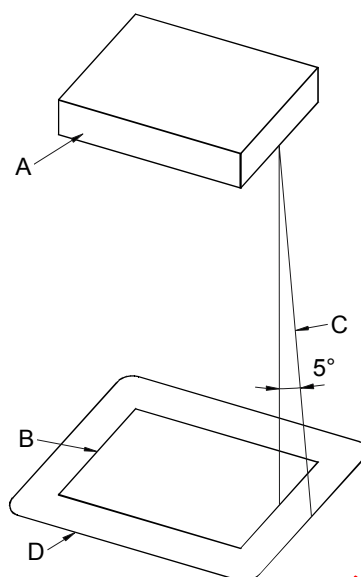


Y = deux fois X mais jamais moins de 25 mm

Légende

- 1 Plaque de chicane (peuvent être en dessous de l'enveloppe)
- 2 Fond de l'enveloppe

Figure 6 – Chicane



Légende

- A Partie ou composant de l'appareil qui est considéré comme source de DANGER du feu, s'il n'est pas blindé par un autre moyen. Il est constitué de la totalité de la partie de l'appareil ou du composant, mais peut aussi être une partie non blindée du composant si ce dernier est partiellement blindé par son boîtier.
- B Projection des dimensions hors tout du composant A sur le plan horizontal.
- C Ligne oblique délimitant la surface minimale du fond et des côtes à construire comme spécifié en 9.2.1 b) 1) et 9.2.1 b) 2). Cette ligne fait un angle de 5° par rapport à la ligne verticale qui part de chaque point du périmètre du composant A et est orientée de manière à définir la plus grande surface possible.
- D Surface minimale du fond à construire comme spécifié en 9.2.1 b) 1).

Figure 7 – Emplacement du fond de l'enveloppe à construire comme spécifié en 9.2.1 b) 1)

9.3 Circuit à énergie limitée

Un circuit à énergie limitée est un circuit qui remplit les critères suivants:

- a) le potentiel apparaissant dans le circuit ne dépasse pas 30 V efficace, 42,4 V crête, ou 60 V en courant continu;
- b) le courant qui peut apparaître dans le circuit est limité par un des moyens suivants:
 - 1) le courant maximal disponible est limité par construction ou par une impédance pour ne pas dépasser les valeurs du tableau 13;
 - 2) le courant limité par un dispositif de protection contre les surintensités selon le tableau 14;
 - 3) un circuit de régulation limite les valeurs du courant maximal disponible pour ne pas dépasser les valeurs du tableau 13 en CONDITION NORMALE ou comme conséquence d'une défaillance dans le circuit de régulation;
- c) elle est séparée des autres circuits qui pourraient conduire à dépasser les valeurs d'énergie des critères a) et b) ci-dessus, par au moins une ISOLATION PRINCIPALE.

Si un dispositif de protection contre les surintensités est utilisé, ce doit être un élément fusible ou un dispositif électromécanique non réglable et non automatiquement réarmable.