



IEC 61010-1

Edition 3.0 2010-06

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: Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XH**
CODE PRIX

ICS 19.080; 71.040.10

ISBN 978-2-88910-987-6

CONTENTS

FOREWORD.....	10
INTRODUCTION.....	13
1 Scope and object.....	14
1.1 Scope.....	14
1.1.1 Equipment included in scope	14
1.1.2 Equipment excluded from scope	14
1.1.3 Computing equipment.....	15
1.2 Object	15
1.2.1 Aspects included in scope	15
1.2.2 Aspects excluded from scope	15
1.3 Verification	15
1.4 Environmental conditions	16
1.4.1 Normal environmental conditions	16
1.4.2 Extended environmental conditions	16
2 Normative references	16
3 Terms and definitions	18
3.1 Equipment and states of equipment.....	18
3.2 Parts and accessories	19
3.3 Quantities.....	19
3.4 Tests.....	20
3.5 Safety terms.....	20
3.6 Insulation	22
4 Tests.....	23
4.1 General.....	23
4.2 Sequence of tests	24
4.3 Reference test conditions.....	24
4.3.1 Environmental conditions.....	24
4.3.2 State of equipment	24
4.4 Testing in SINGLE FAULT CONDITION	26
4.4.1 General	26
4.4.2 Application of fault conditions	26
4.4.3 Duration of tests	28
4.4.4 Conformity after application of fault conditions.....	29
5 Marking and documentation.....	30
5.1 Marking.....	30
5.1.1 General	30
5.1.2 Identification.....	30
5.1.3 MAINS supply	30
5.1.4 Fuses	32
5.1.5 TERMINALS, connections and operating devices.....	33
5.1.6 Switches and circuit-breakers	33
5.1.7 Equipment protected by DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION.....	34
5.1.8 Field-wiring TERMINAL boxes	34
5.2 Warning markings	34
5.3 Durability of markings.....	34

5.4	Documentation	35
5.4.1	General	35
5.4.2	Equipment RATINGS	35
5.4.3	Equipment installation	36
5.4.4	Equipment operation	36
5.4.5	Equipment maintenance and service	37
5.4.6	Integration into systems or effects resulting from special conditions	37
6	Protection against electric shock	37
6.1	General	37
6.1.1	Requirements	37
6.1.2	Exceptions	38
6.2	Determination of ACCESSIBLE parts	38
6.2.1	General	38
6.2.2	Examination	38
6.2.3	Openings above parts that are HAZARDOUS LIVE	39
6.2.4	Openings for pre-set controls	39
6.3	Limit values for ACCESSIBLE parts	39
6.3.1	Levels in NORMAL CONDITION	39
6.3.2	Levels in SINGLE FAULT CONDITION	40
6.4	Primary means of protection	43
6.4.1	General	43
6.4.2	ENCLOSURES and PROTECTIVE BARRIERS	43
6.4.3	BASIC INSULATION	43
6.4.4	Impedance	43
6.5	Additional means of protection in case of SINGLE FAULT CONDITIONS	43
6.5.1	General	43
6.5.2	PROTECTIVE BONDING	44
6.5.3	SUPPLEMENTARY INSULATION and REINFORCED INSULATION	47
6.5.4	PROTECTIVE IMPEDANCE	47
6.5.5	Automatic disconnection of the supply	48
6.5.6	Current- or voltage-limiting device	48
6.6	Connections to external circuits	48
6.6.1	General	48
6.6.2	TERMINALS for external circuits	49
6.6.3	Circuits with TERMINALS which are HAZARDOUS LIVE	49
6.6.4	TERMINALS for stranded conductors	49
6.7	Insulation requirements	50
6.7.1	The nature of insulation	50
6.7.2	Insulation for MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY II with a nominal supply voltage up to 300 V	52
6.7.3	Insulation for secondary circuits derived from MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY II up to 300 V	56
6.8	Procedure for voltage tests	61
6.8.1	General	61
6.8.2	Humidity preconditioning	62
6.8.3	Test procedures	63
6.9	Constructional requirements for protection against electric shock	63
6.9.1	General	63
6.9.2	Insulating materials	64

6.9.3	Colour coding	64
6.10	Connection to the MAINS supply source and connections between parts of equipment	64
6.10.1	MAINS supply cords	64
6.10.2	Fitting of non-detachable MAINS supply cords	65
6.10.3	Plugs and connectors	66
6.11	Disconnection from supply source	67
6.11.1	General	67
6.11.2	Exceptions	67
6.11.3	Requirements according to type of equipment	67
6.11.4	Disconnecting devices	68
7	Protection against mechanical HAZARDS	69
7.1	General	69
7.2	Sharp edges	69
7.3	Moving parts	69
7.3.1	General	69
7.3.2	Exceptions	69
7.3.3	RISK assessment for mechanical HAZARDS to body parts	70
7.3.4	Limitation of force and pressure	71
7.3.5	Gap limitations between moving parts	72
7.4	Stability	74
7.5	Provisions for lifting and carrying	75
7.5.1	General	75
7.5.2	Handles and grips	75
7.5.3	Lifting devices and supporting parts	75
7.6	Wall mounting	76
7.7	Expelled parts	76
8	Resistance to mechanical stresses	76
8.1	General	76
8.2	ENCLOSURE rigidity tests	77
8.2.1	Static test	77
8.2.2	Impact test	77
8.3	Drop test	79
8.3.1	Equipment other than HAND-HELD EQUIPMENT and DIRECT PLUG-IN EQUIPMENT	79
8.3.2	HAND-HELD EQUIPMENT and DIRECT PLUG-IN EQUIPMENT	79
9	Protection against the spread of fire	79
9.1	General	79
9.2	Eliminating or reducing the sources of ignition within the equipment	81
9.3	Containment of fire within the equipment, should it occur	81
9.3.1	General	81
9.3.2	Constructional requirements	81
9.4	Limited-energy circuit	84
9.5	Requirements for equipment containing or using flammable liquids	85
9.6	Overcurrent protection	85
9.6.1	General	85
9.6.2	PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT	86
9.6.3	Other equipment	86
10	Equipment temperature limits and resistance to heat	86

10.1	Surface temperature limits for protection against burns	86
10.2	Temperatures of windings	87
10.3	Other temperature measurements	87
10.4	Conduct of temperature tests	88
10.4.1	General	88
10.4.2	Temperature measurement of heating equipment	88
10.4.3	Equipment intended for installation in a cabinet or a wall.....	88
10.5	Resistance to heat	89
10.5.1	Integrity of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES.....	89
10.5.2	Non-metallic ENCLOSURES	89
10.5.3	Insulating material	89
11	Protection against HAZARDS from fluids	90
11.1	General.....	90
11.2	Cleaning.....	90
11.3	Spillage.....	91
11.4	Overflow.....	91
11.5	Battery electrolyte	91
11.6	Specially protected equipment.....	91
11.7	Fluid pressure and leakage	91
11.7.1	Maximum pressure	91
11.7.2	Leakage and rupture at high pressure	92
11.7.3	Leakage from low-pressure parts.....	92
11.7.4	Overpressure safety device	93
12	Protection against radiation, including laser sources, and against sonic and ultrasonic pressure	93
12.1	General.....	93
12.2	Equipment producing ionizing radiation	93
12.2.1	Ionizing radiation	93
12.2.2	Accelerated electrons	94
12.3	Ultraviolet (UV) radiation	94
12.4	Microwave radiation	95
12.5	Sonic and ultrasonic pressure	95
12.5.1	Sound level	95
12.5.2	Ultrasonic pressure	95
12.6	Laser sources.....	96
13	Protection against liberated gases and substances, explosion and implosion	96
13.1	Poisonous and injurious gases and substances.....	96
13.2	Explosion and implosion.....	96
13.2.1	Components	96
13.2.2	Batteries and battery charging.....	97
13.2.3	Implosion of cathode ray tubes	97
14	Components and subassemblies	97
14.1	General.....	97
14.2	Motors.....	99
14.2.1	Motor temperatures	99
14.2.2	Series excitation motors	99
14.3	Overtemperature protection devices	99
14.4	Fuse holders	99
14.5	MAINS voltage selection devices	100

14.6	MAINS transformers tested outside equipment.....	100
14.7	Printed wiring boards.....	100
14.8	Circuits or components used as TRANSIENT OVERVOLTAGE limiting devices	100
15	Protection by interlocks	101
15.1	General.....	101
15.2	Prevention of reactivating.....	101
15.3	Reliability	101
16	HAZARDS resulting from application.....	101
16.1	REASONABLY FORESEEABLE MISUSE.....	101
16.2	Ergonomic aspects	102
17	RISK assessment.....	102
Annex A	(normative) Measuring circuits for touch current (see 6.3).....	104
Annex B	(normative) Standard test fingers (see 6.2).....	107
Annex C	(normative) Measurement of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES.....	109
Annex D	(normative) Parts between which insulation requirements are specified (see 6.4 and 6.5.3)	113
Annex E	(informative) Guideline for reduction of POLLUTION DEGREES	116
Annex F	(normative) ROUTINE TESTS.....	117
Annex G	(informative) Leakage and rupture from fluids under pressure	119
Annex H	(normative) Qualification of conformal coatings for protection against POLLUTION	124
Annex I	(informative) Line-to-neutral voltages for common MAINS supply systems	127
Annex J	(informative) RISK assessment	128
Annex K	(normative) Insulation requirements not covered by 6.7	132
Annex L	(informative) Index of defined terms	153
	Bibliography.....	155
	Figure 1 – Measurements through openings in ENCLOSURES.....	39
	Figure 2 – Maximum duration of short-term ACCESSIBLE voltages in SINGLE FAULT CONDITION (see 6.3.2 a))	41
	Figure 3 – Capacitance level versus voltage in NORMAL CONDITION and SINGLE FAULT CONDITION (see 6.3.1 c) and 6.3.2 c))	42
	Figure 4 – Acceptable arrangement of protective means against electric shock	44
	Figure 5 – Examples of binding screw assemblies	46
	Figure 6 – Distance between conductors on an interface between two layers.....	54
	Figure 7 – Distance between adjacent conductors along an interface of two inner layers	54
	Figure 8 – Distance between adjacent conductors located between the same two layers	55
	Figure 9 – Detachable MAINS supply cords and connections	65
	Figure 10 – Impact test using a sphere	78
	Figure 11 – Flow chart to explain the requirements for protection against the spread of fire	80
	Figure 12 – Baffle	83
	Figure 13 – Area of the bottom of an ENCLOSURE to be constructed as specified in 9.3.2 c) 1).....	83

Figure 14 – Ball-pressure test apparatus	90
Figure 15 – Flow chart for conformity options 14.1 a), b), c) and d).....	98
Figure A.1 – Measuring circuit for a.c. with frequencies up to 1 MHz and for d.c.	104
Figure A.2 – Measuring circuits for sinusoidal a.c. with frequencies up to 100 Hz and for d.c.	105
Figure A.3 – Current measuring circuit for electrical burns	106
Figure A.4 – Current measuring circuit for wet contact	106
Figure B.1 – Rigid test finger	107
Figure B.2 – Jointed test finger	108
Figure C.1 – Examples of methods of measuring CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES	112
Figures D.1a) to d) – Protection between HAZARDOUS LIVE circuits and ACCESSIBLE parts	114
Figures D.1e) to h) – Protection between HAZARDOUS LIVE circuits and circuits which ACCESSIBLE external TERMINALS	114
Figures D.2 a) and D.2 b) – Protection between a HAZARDOUS LIVE internal circuit and an ACCESSIBLE part which is not bonded to other ACCESSIBLE parts.....	115
Figures D.2 c) and D.2 d) – Protection between a HAZARDOUS LIVE primary circuit and circuits which have ACCESSIBLE external TERMINALS	115
Figure D.3 – Protection of external ACCESSIBLE TERMINALS of two HAZARDOUS LIVE circuits	115
Figure G.1 – Conformity verification process (see G.2)	120
Figure H.1 – Test sequence and conformity	126
Figure J.1 – Iterative process of RISK assessment and RISK reduction	128
Figure J.2 – RISK reduction	129
Figure K.1 – Distance between conductors on an interface between two layers	136
Figure K.2 – Distance between adjacent conductors along an interface of an inner layer	137
Figure K.3 – Distance between adjacent conductors located between the same two layers	138
Figure K.4 – Example of recurring peak voltage	150
Table 1 – Symbols	32
Table 2 – Tightening torque for binding screw assemblies	46
Table 3 – Multiplication factors for CLEARANCES of equipment RATED for operation at altitudes up to 5 000 m	50
TABLE 4 – CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES for MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY II up to 300 V	52
Table 5 – Test voltages for solid insulation in MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY II up to 300 V	53
Table 6 – CLEARANCES and test voltages for secondary circuits derived from MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY II up to 300 V	57
Table 7 – CREEPAGE DISTANCES for secondary circuits	58
Table 8 – Minimum values for distance or thickness (see 6.7.3.4.2 to 6.7.3.4.4)	60
Table 9 – Distances between TERMINALS and foil.....	61
Table 10 – Correction factors according to test site altitude for test voltages for CLEARANCES	62
Table 11 – Values for physical tests on cord anchorages	66

Table 12 – Protective measures against mechanical HAZARDS to body parts.....	71
Table 13 – Minimum maintained gaps to prevent crushing for different body parts	73
Table 14 – Maximum gaps to prevent access for different body parts.....	74
Table 15 – Impact energy levels, test height and corresponding IK codes	79
Table 16 – Acceptable perforation of the bottom of an ENCLOSURE	82
Table 17 – Limits of maximum available current.....	84
Table 18 – Values for overcurrent protection devices	85
Table 19 – Surface temperature limits in NORMAL CONDITION.....	87
Table 20 – Maximum temperatures for insulation material of windings	87
Table 21 – Impulse withstand voltages for OVERVOLTAGECATEGORY II	100
Table C.1 – Dimensions of X.....	109
Table E.1 – Environmental situations	116
Table E.2 – Reduction of POLLUTION DEGREES	116
Table F.1 – Test voltages for ROUTINE TESTS of MAINS CIRCUITS	118
Table G.1 – Test pressures for equipment with pressures above 14 Mpa	122
Table H.1 – Test parameters, test conditions and test procedures	125
Table I.1 – Line-to-neutral voltages for common MAINS supply systems	127
Table J.1 – Severity of harm	130
Table J.2 – Probability of harm	130
Table J.3 – RISK category	130
Table K.1 – Multiplication factors for CLEARANCES for equipment RATED for operation at altitudes up to 5 000 m	133
Table K.2 – CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES for MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY II above 300 V.....	133
Table K.3 – CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES for MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY III	134
Table K.4 – CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES for MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY IV	134
Table K.5 – Test voltages for solid insulation in MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY II above 300 V	135
Table K.6 – Test voltages for solid insulation in MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY III	135
Table K.7 – Test voltages for solid insulation in MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY IV	135
Table K.8 – Test voltages for testing long-term stress of solid insulation in MAINS CIRCUITS.....	136
Table K.9 – Minimum values for distance or thickness of solid insulation	137
Table K.10 – CLEARANCES and test voltages for secondary circuits derived from MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY II above 300 V	140
Table K.11 – CLEARANCES and test voltages for secondary circuits derived from MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY III.....	141
Table K.12 – CLEARANCES and test voltages for secondary circuits derived from MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY IV	142
Table K.13 – CREEPAGE DISTANCES for secondary circuits.....	143
Table K.14 – Minimum values for distance or thickness (see K.2.4.2 to K.2.4.4)	145
Table K.15 – CLEARANCE values for the calculation of K.3.2	148

Table K.16 – Test voltages based on CLEARANCES	149
Table K.17 – CLEARANCES for BASIC INSULATION in circuits having recurring peak voltages or WORKING VOLTAGES with frequencies above 30 kHz	151

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 1: General requirements

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 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 third edition cancels and replaces the second edition published in 2001. It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant changes from the second edition, as well as numerous other changes.

- The scope of the standard has been expanded to include all locations where these products may be used, so that both professional and non-professional versions of these products are within the scope.

- The requirements for testing and measuring circuits (in various subclauses and the entirety of Clause 16) have been removed and included in a particular standard IEC 61010-2-030.
- Insulation requirements (6.7) have been completely rewritten.
 - Specific requirements have been added for solid insulation and thin-film insulation.
 - Subclause 6.7 now contains only the insulation requirements for MAINS CIRCUITS of OVERVOLTAGE CATEGORY II up to 300 V, and for secondary circuits.
 - The insulation requirements for all other circuits have been moved to a new Annex K.
- Additional requirements for protection against mechanical HAZARDS (Clause 7) have been included.
- Surface temperature limits (Clause 10) have been modified to conform to the limits of EN 563.
- Radiation requirements (Clause 12) have been modified, and take into account a distinction between intended emission and unintended emission.
- Requirements for reasonably foreseeable misuse and ergonomic aspects have been added (Clause 16).
- A new clause (Clause 17) has been added to deal with HAZARDS and environments not covered by the standard, along with a new informative annex (Annex J) dealing with RISK assessment.
- A new informative annex (Annex E) addresses methods of reducing the POLLUTION DEGREE of a micro-environment.
- Requirements for the qualification of coatings for protection against POLLUTION have been added (Annex H).
- A new informative annex (Annex I) has been added to further explain how to determine the WORKING VOLTAGE of a MAINS CIRCUIT.

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

FDIS	Report on voting
66/414/FDIS	66/423/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 2.

A list of all parts of the IEC 61010 series, under the general title: *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use*, may be found on the IEC website.

In this standard, the following print types are used:

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

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

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

The contents of the corrigendum of May 2011 have been included in this copy.

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

INTRODUCTION

This International Standard 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.

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 the following types of electrical equipment and their accessories, wherever they are intended to be used.

a) Electrical test and measurement equipment

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

NOTE 1 This includes bench-top power supplies intended to aid a testing or measuring operation on another piece of equipment. Power supplies intended to power equipment are within the scope of IEC 61558 (see 1.1.2 h)).

This standard also applies to test equipment integrated into manufacturing processes and intended for testing manufactured devices.

NOTE 2 Manufacturing test equipment is likely to be installed adjacent to and interconnected with industrial machinery in this application.

b) Electrical industrial process-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, inspects or analyses materials, or is used to prepare materials, and includes in vitro diagnostic (IVD) equipment.

This equipment may also be used in areas other than laboratories; examples include self-test IVD equipment to be used in the home and inspection equipment to be used to check people or material during transportation.

1.1.2 Equipment excluded from scope

This standard does not apply to equipment within the scope of:

- a) IEC 60065 (Audio, video and similar electronic apparatus);
- b) IEC 60204 (Safety of machinery – Electrical equipment of machines);
- c) IEC 60335 (Household and similar electrical appliances);
- d) IEC 60364 (Electrical installations of buildings);
- e) IEC 60439 (Low-voltage switchgear and controlgear assemblies);
- f) IEC 60601 (Medical electrical equipment);

- g) IEC 60950 (Information technology equipment including electrical business equipment, except as specified in 1.1.3);
- h) IEC 61558 (Power transformers, power supply units and similar);
- i) IEC 61010-031 (Hand-held probe assemblies);
- j) IEC 61243-3 (Live working – Voltage detectors – Part 3: Two-pole low-voltage type).

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 (see 5.4.4 second paragraph).

1.2 Object

1.2.1 Aspects included in scope

The purpose of the requirements of this standard is to ensure that HAZARDS to the OPERATOR and the surrounding area are reduced to a tolerable level.

Requirements for protection against particular types of HAZARD are given in Clauses 6 to 13, as follows:

- a) electric shock or burn (see Clause 6);
- b) mechanical HAZARDS (see Clauses 7 and 8);
- c) spread of fire from the equipment (see Clause 9);
- d) excessive temperature (see Clause 10);
- 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).

Requirements for protection against HAZARDS arising from REASONABLY FORESEEABLE MISUSE and ergonomic factors are specified in Clause 16.

RISK assessment for HAZARDS or environments not fully covered above is specified in Clause 17.

NOTE Attention is drawn to the existence of additional requirements regarding 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 (see the IEC 61326 series);
- d) protective measures for explosive atmospheres (see the IEC 60079 series).

1.3 Verification

This standard also specifies methods of verifying that the equipment meets the requirements of this standard, through inspection, TYPE TESTS, ROUTINE TESTS, and RISK assessment.

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 up to the levels of OVERVOLTAGE CATEGORY II;
NOTE 1 These levels of transient overvoltage are typical for equipment supplied from the building wiring.
- g) TEMPORARY OVERVOLTAGES occurring on the MAINS supply.
- h) applicable POLLUTION DEGREE of the intended environment (POLLUTION DEGREE 2 in most cases).

NOTE 2 Manufacturers may specify more restricted environmental conditions for operation; nevertheless the equipment must be safe within these normal environmental conditions.

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 as RATED by the manufacturer of the equipment:

- 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;
- f) WET LOCATION;
- g) TRANSIENT OVERVOLTAGES up to the levels of OVERVOLTAGE CATEGORY III or IV (see Annex K).

2 Normative references

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

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

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

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60073, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*

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

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

IEC 60309 (all parts), *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes*

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

IEC 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*

IEC 60332-2-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 2-2: Test for vertical flame propagation for a single small insulated wire or cable – Procedure for diffusion flame*

IEC 60335-2-24, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-24: Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliances and ice-makers.*

IEC 60335-2-89, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-89: Particular requirements for commercial refrigerating appliances with an incorporated or remote refrigerant condensing unit or compressor*

IEC 60364-4-44, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60405, *Nuclear instrumentation – Constructional requirements and classification of radiometric gauges*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

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

IEC 60664-3, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

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

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

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*

IEC 61010-031, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 031: Safety requirements for hand-held probe assemblies for electrical measurement and test*

IEC 61180 (all parts), *High-voltage test techniques for low-voltage equipment*

IEC 61180-1, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements*

IEC 61180-2, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 2: Test equipment*

IEC 61672-1, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

IEC 61672-2, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 2: Pattern evaluation tests*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external impacts (IK code)*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

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

ISO 361, *Basic ionizing radiation symbol*

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 7000, *Graphical symbols for use on equipment*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	166
INTRODUCTION.....	169
1 Domaine d'application et objet.....	170
1.1 Domaine d'application	170
1.1.1 Appareils inclus dans le domaine d'application	170
1.1.2 Appareils exclus du domaine d'application.....	170
1.1.3 Appareils calculateurs	171
1.2 Objet.....	171
1.2.1 Aspects inclus dans le domaine d'application	171
1.2.2 Aspects exclus du domaine d'application.....	171
1.3 Vérification	172
1.4 Conditions d'environnement	172
1.4.1 Conditions d'environnement normales	172
1.4.2 Conditions d'environnement étendues	172
2 Références normatives.....	172
3 Termes et définitions	174
3.1 Appareils et états des appareils	175
3.2 Parties et accessoires	175
3.3 Grandeurs	176
3.4 Essais	176
3.5 Termes de sécurité.....	176
3.6 Isolation	178
4 Essais	179
4.1 Généralités.....	179
4.2 Séquence d'essais	180
4.3 Conditions de référence pour les essais	180
4.3.1 Conditions d'environnement.....	180
4.3.2 Etat de l'appareil	181
4.4 Essais en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT.....	182
4.4.1 Généralités.....	182
4.4.2 Application des conditions de défaut.....	183
4.4.3 Durée des essais.....	185
4.4.4 Conformité après l'application des conditions de défaut.....	186
5 Marquage et documentation	187
5.1 Marquage.....	187
5.1.1 Généralités.....	187
5.1.2 Identification.....	187
5.1.3 Alimentation RÉSEAU	187
5.1.4 Fusibles.....	189
5.1.5 BORNES, connexions et dispositifs de manœuvre	190
5.1.6 Interrupteurs et disjoncteurs	190
5.1.7 Appareils protégés par DOUBLE ISOLATION ou par ISOLATION RENFORCÉE	191
5.1.8 Boîtes à BORNES à câbler sur place	191
5.2 Marquage des avertissements.....	191
5.3 Durabilité du marquage	192

5.4	Documentation	192
5.4.1	Généralités.....	192
5.4.2	CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES des appareils	193
5.4.3	Installation des appareils.....	193
5.4.4	Fonctionnement de l'appareil.....	193
5.4.5	Entretien de l'appareil et service.....	194
5.4.6	Intégration dans des systèmes ou effets résultant de conditions spéciales.....	194
6	Protection contre les chocs électriques.....	195
6.1	Généralités.....	195
6.1.1	Exigences.....	195
6.1.2	Exceptions.....	195
6.2	Détermination des parties ACCESSIBLES	195
6.2.1	Généralités.....	195
6.2.2	Examen.....	196
6.2.3	Ouvertures au-dessus de parties qui sont sous TENSION DANGEREUSE	196
6.2.4	Ouvertures d'accès aux commandes pré-réglées	197
6.3	Valeurs limites pour les parties ACCESSIBLES	197
6.3.1	Niveaux en CONDITION NORMALE	197
6.3.2	Niveaux en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT.....	197
6.4	Moyens principaux de protection	200
6.4.1	Généralités.....	200
6.4.2	ENVELOPPES OU BARRIÈRES DE PROTECTION	200
6.4.3	ISOLATION PRINCIPALE	200
6.4.4	Impédance.....	200
6.5	Moyens additionnels de protection en cas de CONDITION DE PREMIER DÉFAUT	200
6.5.1	Généralités.....	200
6.5.2	LIAISON DE PROTECTION.....	201
6.5.3	ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE et ISOLATION RENFORCÉE.....	205
6.5.4	IMPÉDANCE DE PROTECTION	205
6.5.5	Déconnexion automatique de l'alimentation	205
6.5.6	Limiteur de tension ou de courant.....	205
6.6	Connexion aux circuits externes.....	206
6.6.1	Généralités.....	206
6.6.2	BORNES pour circuits externes	206
6.6.3	Circuits avec BORNES qui sont sous TENSION DANGEREUSE	206
6.6.4	BORNES pour les conducteurs souples	207
6.7	Exigences relatives à l'isolation.....	207
6.7.1	Type d'isolation	207
6.7.2	Isolation des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION II avec une tension nominale d'alimentation jusqu'à 300 V.....	210
6.7.3	Isolation des circuits secondaires dérivés des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION II jusqu'à 300 V	213
6.8	Procédure pour les essais de tension	220
6.8.1	Généralités.....	220
6.8.2	Pré-conditionnement à l'humidité.....	222
6.8.3	Conduite des essais	222
6.9	Exigences relatives à la construction pour la protection contre les chocs électriques	223

6.9.1	Généralités.....	223
6.9.2	Matériaux isolants	223
6.9.3	Codage des couleurs.....	224
6.10	Raccordement à la source d'alimentation RÉSEAU et connexion entre les parties de l'appareil.....	224
6.10.1	Cordons d'alimentation RÉSEAU.....	224
6.10.2	Mise en place des cordons d'alimentation RÉSEAU non détachables.....	225
6.10.3	Fiches mobiles mâles et femelles	226
6.11	Sectionnement de la source d'alimentation.....	227
6.11.1	Généralités.....	227
6.11.2	Exceptions.....	227
6.11.3	Exigences selon les types d'appareil	228
6.11.4	Dispositifs de sectionnement	228
7	Protection contre les DANGERS mécaniques	229
7.1	Généralités.....	229
7.2	Arêtes tranchantes	229
7.3	Parties mobiles	229
7.3.1	Généralités.....	229
7.3.2	Exceptions.....	230
7.3.3	Appréciation du RISQUE pour les DANGERS mécaniques aux parties du corps	230
7.3.4	Limitation de la force et de la pression	231
7.3.5	Limitation des écartements entre les parties mobiles	232
7.4	Stabilité.....	234
7.5	Moyens de levage et de transport.....	235
7.5.1	Généralités.....	235
7.5.2	Poignées et anses	235
7.5.3	Dispositifs de levage et parties soutenues	235
7.6	Montage mural	236
7.7	Parties éjectées	236
8	Résistance aux contraintes mécaniques	236
8.1	Généralités.....	236
8.2	Essais de rigidité de l'ENVELOPPE.....	237
8.2.1	Essai statique	237
8.2.2	Essai de choc.....	238
8.3	Essai de chute.....	239
8.3.1	Appareils autres que les APPAREILS PORTATIFS et les APPAREILS À BRANCHEMENT DIRECT	239
8.3.2	APPAREILS PORTATIFS (À MAIN) et APPAREILS À BRANCHEMENT DIRECT.....	239
9	Protection contre la propagation du feu	240
9.1	Généralités.....	240
9.2	Elimination ou réduction de l'allumage à l'intérieur de l'appareil	241
9.3	Retenue du feu à l'intérieur de l'appareil s'il se déclare	242
9.3.1	Généralités.....	242
9.3.2	Exigences de construction	242
9.4	Circuit à énergie limitée.....	244
9.5	Exigences pour les appareils contenant des liquides inflammables.....	245
9.6	Protection contre les surintensités.....	246
9.6.1	Généralités.....	246

9.6.2	APPAREILS BRANCHÉS EN PERMANENCE.....	247
9.6.3	Autres appareils	247
10	Limites de température de l'appareil et résistance à la chaleur	247
10.1	Limites de température des surfaces pour la protection contre les brûlures	247
10.2	Température des bobinages	248
10.3	Autres mesures de température.....	248
10.4	Réalisation des essais de température	249
10.4.1	Généralités.....	249
10.4.2	Mesure de température sur les appareils de chauffage	249
10.4.3	Appareils destinés à l'installation dans une armoire ou dans un mur.....	250
10.5	Résistance à la chaleur	250
10.5.1	Intégrité des DISTANCES D'ISOLEMENT et des LIGNES DE FUITE	250
10.5.2	ENVELOPPES non métalliques.....	250
10.5.3	Matériaux isolants	250
11	Protection contre les DANGERS des fluides	251
11.1	Généralités.....	251
11.2	Nettoyage.....	251
11.3	Déversement	252
11.4	Débordement	252
11.5	Electrolyte des piles et accumulateurs.....	252
11.6	Appareils spécialement protégés	253
11.7	Fluide sous pression et fuites	253
11.7.1	Pression maximale	253
11.7.2	Fuites et ruptures à haute pression	253
11.7.3	Fuites des parties à basse pression.....	254
11.7.4	Dispositif de sécurité de surpression	254
12	Protection contre les radiations, y compris les sources laser, et contre la pression acoustique et ultrasonique.....	254
12.1	Généralités.....	254
12.2	Appareil produisant un rayonnement ionisant	255
12.2.1	Rayonnement ionisant	255
12.2.2	Electrons accélérés	256
12.3	Rayonnement ultraviolet (UV).....	256
12.4	Rayonnement hyperfréquence	256
12.5	Pression acoustique et ultrasonique	256
12.5.1	Niveau acoustique	256
12.5.2	Pression ultrasonique	257
12.6	Sources laser	258
13	Protection contre les émissions de gaz et substances, les explosions et les implosions	258
13.1	Gaz et substances toxiques et nocifs	258
13.2	Explosion et implosion.....	258
13.2.1	Composants	258
13.2.2	Piles, accumulateurs et charge des accumulateurs.....	258
13.2.3	Implosion des tubes cathodiques	259
14	Composants et sous-ensembles	259
14.1	Généralités.....	259
14.2	Moteurs	261

14.2.1	Températures des moteurs	261
14.2.2	Moteurs à excitation série.....	261
14.3	Dispositifs de protection contre les sur-températures	262
14.4	Porte-fusibles	262
14.5	Sélecteurs de tension RÉSEAU	262
14.6	Transformateurs d'alimentation RÉSEAU testés en dehors de l'appareil	262
14.7	Circuits imprimés.....	263
14.8	Circuits ou composants utilisés comme limiteurs de SURTENSIONS TRANSITOIRES	263
15	Protection par systèmes de verrouillage	264
15.1	Généralités.....	264
15.2	Prévention de réactivation	264
15.3	Fiabilité	264
16	DANGERS résultant de l'application	264
16.1	MAUVAIS USAGE RAISONNABLEMENT PRÉVISIBLE.....	264
16.2	Aspects ergonomiques	265
17	Appréciation du RISQUE.....	265
Annexe A (normative)	Circuits de mesure du courant de contact (voir 6.3).....	267
Annexe B (normative)	Doigts d'épreuve normalisés (voir 6.2)	270
Annexe C (normative)	Mesure des DISTANCES D'ISOLEMENT et des LIGNES DE FUITE	272
Annexe D (normative)	Parties entre lesquelles des exigences d'isolement sont spécifiées (voir 6.4 et 6.5.3).....	276
Annexe E (informative)	Principes directeurs pour la réduction des DEGRÉS DE POLLUTION	280
Annexe F (normative)	ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE.....	281
Annexe G (informative)	Fuite et rupture des fluides sous pression	283
Annexe H (normative)	Qualification des revêtements enrobant pour la protection contre la POLLUTION.....	288
Annexe I (informative)	Tensions phase-neutre des RÉSEAUX de distribution généralement utilisés	291
Annexe J (informative)	Appréciation du RISQUE	292
Annexe K (normative)	Exigences d'isolation non couvertes par 6.7.....	296
Annexe L (informative)	Index des termes définis	318
Bibliographie.....		320
Figure 1 – Mesures à travers les ouvertures des ENVELOPPES		196
Figure 2 – Durée maximale des tensions de courte durée accessibles en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 6.3.2 a))		198
Figure 3 – Niveau de la capacité en fonction de la tension en CONDITION NORMALE et en CONDITION DE PREMIER DÉFAUT (voir 6.3.1 c) et 6.3.2 c)).....		199
Figure 4 – Organisation acceptable des moyens de protection contre les chocs électriques.....		201
Figure 5 – Exemples de montages vissés		203
Figure 6 – Distance entre conducteurs situés sur l'interface entre deux couches		211
Figure 7 – Distance entre conducteurs adjacents situés sur l'interface de deux couches internes		212
Figure 8 – Distance entre conducteurs adjacents situés entre les deux mêmes couches.....		213

Figure 9 – Cordons d'alimentation RÉSEAU amovibles et connexions	225
Figure 10 – Essai d'impact utilisant une sphère	239
Figure 11 – Diagramme expliquant les exigences pour la protection contre la propagation du feu.....	241
Figure 12 – Chicane	243
Figure 13 – Emplacement du fond d'une ENVELOPPE à construire comme spécifié en 9.3.2 c) 1).....	244
Figure 14 – Appareil d'essai de pression à la bille	251
Figure 15 – Diagramme des options de conformité 14.1 a), b), c) et d)	261
Figure A.1 – Circuit de mesure du courant alternatif de fréquence jusqu'à 1 MHz et du courant continu	267
Figure A.2 – Circuits de mesure du courant alternatif sinusoïdal de fréquence jusqu'à 100 Hz et du courant continu	268
Figure A.3 – Circuit de mesure du courant pour brûlures électriques.....	269
Figure A.4 – Circuit de mesure du courant pour contact en EMPLACEMENT HUMIDE	269
Figure B.1 – Doigt d'épreuve rigide	270
Figure B.2 – Doigt d'épreuve articulé	271
Figure C.1 – Exemples de méthodes de mesure des DISTANCES D'ISOLEMENT et des LIGNES DE FUITE	275
Figure D.1a) à Figure D.1d) – Protection entre des circuits sous TENSION DANGEREUSE et des parties ACCESSIBLES	277
Figure D.1e) à Figure D.1h) – Protection entre des circuits sous TENSION DANGEREUSE et des circuits qui ont des BORNES externes ACCESSIBLES	277
Figure D.2a) et Figure D.2b) – Protection entre un circuit interne sous TENSION DANGEREUSE et une partie ACCESSIBLE qui n'est pas reliée à d'autres parties ACCESSIBLES.....	278
Figure D.2c) et Figure D.2d) – Protection entre des circuits primaires sous TENSION DANGEREUSE et des circuits qui ont des BORNES externes ACCESSIBLES	278
Figure D.3 – Protection des BORNES externes ACCESSIBLES de deux circuits sous TENSION DANGEREUSE	278
Figure G.1 – Processus de vérification de la conformité (voir G.2)	284
Figure H.1 – Séquence d'essai et conformité	290
Figure J.1 – Processus itératif d'appréciation du RISQUE et de réduction du RISQUE.....	292
Figure J.2 – Réduction du RISQUE	294
Figure K.1 – Distance entre conducteurs situés sur l'interface entre deux couches	301
Figure K.2 – Distance entre conducteurs adjacents situés sur l'interface entre deux couches internes.....	302
Figure K.3 – Distance entre conducteurs adjacents situés entre les deux mêmes couches	303
Figure K.4 – Exemple de tension de crête répétitive	315
Tableau 1 – Symboles	189
Tableau 2 – Couples de serrage pour les montages vissés	204
Tableau 3 – Coefficient multiplicateur pour les DISTANCES D'ISOLEMENT pour un fonctionnement jusqu'à 5 000 m d'altitude	208
Tableau 4 – DISTANCES D'ISOLEMENT et LIGNES DE FUITE des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION II jusqu'à 300 V.....	210

Tableau 5 – Tensions d'essai de l'isolation solide des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION II jusqu'à 300 V	211
Tableau 6 – DISTANCES D'ISOLEMENT et tensions d'essai des circuits secondaires dérivés des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION II jusqu'à 300 V	215
Tableau 7 – LIGNES DE FUITE des circuits secondaires	217
Tableau 8 – Valeurs minimales de la distance ou de l'épaisseur (voir 6.7.3.4.2 à 6.7.3.4.4)	219
Tableau 9 – Distances entre les BORNES et la feuille	221
Tableau 10 – Coefficients de correction des tensions d'essai des DISTANCES D'ISOLEMENT suivant l'altitude du site d'essai.....	221
Tableau 11 – Valeurs des essais mécaniques sur les fixations de cordon	226
Tableau 12 – Mesures de protection contre les DANGERS mécaniques des parties du corps	231
Tableau 13 – Ecartements minimaux maintenus pour éviter l'écrasement de différentes parties du corps.....	233
Tableau 14 – Ecartements maximaux pour empêcher l'accès à différentes parties du corps	234
Tableau 15 – Énergie de choc, hauteur d'essai et codes IK correspondant	239
Tableau 16 – Perforation acceptable du fond d'une ENVELOPPE	243
Tableau 17 – Limites du courant maximal disponible	245
Tableau 18 – Valeurs pour les dispositifs de protection contre les surintensités.....	245
Tableau 19 – Limites des températures de surface en CONDITION NORMALE	248
Tableau 20 – Températures maximum des matériaux d'isolation des bobinages	248
Tableau 21 – Tensions de chocs en CATÉGORIE DE SURTENSION II.....	263
Tableau C.1 – Largeur de X.....	272
Tableau E.1 – Situations environnementales	280
Tableau E.2 – Réduction du DEGRÉ DE POLLUTION.....	280
Tableau F.1 – Tensions d'essai pour les ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE des CIRCUITS RÉSEAU	282
Tableau G.1 – Essai de pression pour les appareils avec des pressions supérieures à 14 MPa	286
Tableau H.1 – Paramètres d'essai, conditions de l'essai et procédures d'essai.....	289
Tableau I.1 – Tensions phase-neutre des RÉSEAUX de distribution utilisés	291
Tableau J.1 – Gravité du dommage	294
Tableau J.2 – Probabilité du dommage	295
Tableau J.3 – Catégorie du RISQUE	295
Tableau K.1 – Coefficient multiplicateur pour les DISTANCES D'ISOLEMENT pour un fonctionnement jusqu'à 5 000 m d'altitude	297
Tableau K.2 – DISTANCES D'ISOLEMENT et LIGNES DE FUITE des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION II au-delà de 300 V.....	298
Tableau K.3 – DISTANCES D'ISOLEMENT et LIGNES DE FUITE des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION III	298
Tableau K.4 – DISTANCES D'ISOLEMENT et LIGNES DE FUITE des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION IV.....	298
Tableau K.5 – Tensions d'essai de l'isolation solide des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION II au-delà de 300 V	299

Tableau K.6 – Tensions d'essai de l'isolation solide des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION III	300
Tableau K.7 – Tensions d'essai de l'isolation solide des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION IV	300
Tableau K.8 – Tensions d'essai des contraintes électriques de longue durée de l'isolation solide des CIRCUITS RÉSEAU	300
Tableau K.9 – Valeurs minimum de la distance ou de l'épaisseur de l'isolation solide	302
Tableau K.10 – DISTANCES D'ISOLEMENT et tensions d'essai dans les circuits secondaires dérivés des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION II au-delà de 300 V	305
Tableau K.11 – DISTANCES D'ISOLEMENT et tensions d'essai dans les circuits secondaires dérivés des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION III	306
Tableau K.12 – DISTANCES D'ISOLEMENT et tensions d'essai dans les circuits secondaires dérivés des CIRCUITS RÉSEAU en CATÉGORIE DE SURTENSION IV	307
Tableau K.13 – LIGNES DE FUITE des circuits secondaires	308
Tableau K.14 – Valeurs minimales de la distance ou de l'épaisseur (voir K.2.4.2 à K.2.4.4).....	310
Tableau K.15 – Valeurs de la DISTANCE D'ISOLEMENT pour le calcul de K.3.2.....	313
Tableau K.16 – Tensions d'essai en fonction des DISTANCES D'ISOLEMENT	314
Tableau K.17 – DISTANCES D'ISOLEMENT des circuits ayant des tensions de crête répétitives ou dont la fréquence de la TENSION DE SERVICE est supérieure à 30 kHz.....	316

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 1: Exigences générales

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61010-1 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 troisième édition annule et remplace la seconde édition parue en 2001. Elle constitue une révision technique.

Les principales modifications, parmi de nombreuses autres modifications, de cette troisième édition par rapport à la seconde édition sont les suivantes:

- Le domaine d'application de la présente norme a été élargi à tous les usages de ces appareils, y compris les appareils destinés aux non professionnels.
- Les exigences pour les circuits de test et de mesure (présents dans différents paragraphes ainsi que dans l'Article 16 en entier) ont été supprimées de la présente norme et intégrées dans la norme CEI 61010-2-030.
- Les exigences d'isolation (6.7) ont été complètement réécrites.
 - Des exigences spécifiques ont été ajoutées pour l'isolation solide et l'isolation en couche mince.
 - Le paragraphe 6.7 ne contient plus que les exigences d'isolation pour les CIRCUITS RÉSEAU de CATÉGORIE DE SURTENSION II jusqu'à 300 V et pour les circuits secondaires.
 - Les exigences d'isolation pour tous les autres circuits ont été déplacées dans la nouvelle Annexe K.
- Des exigences supplémentaires pour la protection contre les RISQUES mécaniques (Article 7) ont été ajoutées.
- Les limites de température des surfaces (Article 10) ont été modifiées afin d'être conformes aux limites de la norme EN 563.
- Les exigences contre les radiations (Article 12) ont été modifiées et distinguent désormais les émissions prévues des émissions involontaires.
- Les exigences liées aux MAUVAIS USAGES RAISONNABLEMENT PRÉVISIBLES et aux aspects ergonomiques ont été ajoutées (Article 16).
- Un nouvel article (Article 17) a été ajouté pour faire face aux DANGERS et environnements non couverts par la présente norme ainsi qu'une nouvelle annexe informative (Annexe J) traitant de l'appréciation du RISQUE.
- Une nouvelle annexe informative (Annexe E) traite des méthodes de réduction du DEGRÉ DE POLLUTION d'un microenvironnement.
- Les exigences pour la qualification des revêtements enrobant pour la protection contre la POLLUTION ont été ajoutées (Annexe H).
- Une nouvelle annexe informative (Annexe I) informative a été ajoutée afin de mieux expliquer comment connaître la TENSION DE SERVICE d'un CIRCUIT RÉSEAU.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
66/414/FDIS	66/423/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 2.

Une liste de toutes les parties de la CEI 61010, sous le titre général: *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire*, est disponible sur le site web de la CEI.

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

- exigences et définitions: caractères romains;
- NOTES: petits caractères romains;
- *conformité et test: 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 la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de mai 2011 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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

INTRODUCTION

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 exigences particulières d'une ou de plusieurs normes particulières en partie 2, qu'il faut lire conjointement avec les règles de la partie 1.

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

Partie 1: Exigences 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 exigences générales de sécurité pour les types suivants d'appareils électriques et leurs accessoires où qu'ils soient destinés à être utilisés.

a) Appareils électriques d'essai et de mesurage

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

NOTE 1 Cela comprend les alimentations de puissance de table prévues pour permettre des opérations de test ou de mesure sur une autre partie d'appareil. Les alimentations de puissance destinées à alimenter les appareils de puissance sont dans le champ d'application de la CEI 61558 (voir 1.1.2 h)).

Cette norme s'applique aussi aux équipements de test intégrés dans les lignes de fabrication et prévus pour tester les appareils en cours de fabrication.

NOTE 2 De tels équipements de tests peuvent être attenants et connectés à des machines industrielles dans cette application.

b) Appareils électriques de contrôle de procédés industriels

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, inspectent ou analysent des matériaux, 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'autotest personnel utilisés à domicile et les appareils d'inspection utilisés pour contrôler les personnes ou les objets pendant le transport.

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 (Sécurité des machines – Equipment électrique des machines);
- c) CEI 60335 (Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues);
- d) CEI 60364 (Installation électrique à basse tension des bâtiments);

- e) CEI 60439 (Ensemble d'appareillage à basse tension);
- f) CEI 60601 (Appareils électromédicaux);
- g) 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);
- h) CEI 61558 (Transformateurs, blocs d'alimentation et analogues);
- i) CEI 61010-031 (Sondes équipées tenues à la main);
- j) CEI 61243-3 (Travaux sous tension – Détecteurs de tension – Partie 3: Type bipolaire basse tension).

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 exigences sont considérés comme pouvant être utilisés avec les appareils visés par le domaine d'application de cette norme. Cependant, certaines exigences de la CEI 60950 pour la tenue à l'humidité et aux liquides sont moins sévères que celles de cette norme (voir 5.4.4 deuxième alinéa).

1.2 Objet

1.2.1 Aspects inclus dans le domaine d'application

Les exigences de la présente norme ont pour objet d'assurer que les DANGERS envers l'OPÉRATEUR et la zone environnante sont réduits à un niveau acceptable.

Les exigences pour assurer la protection contre des types particuliers de DANGERS sont spécifiées dans les Articles 6 à 13, comme suit:

- a) les chocs électriques et les brûlures (voir l'Article 6);
- b) les DANGERS d'ordre mécanique (voir les Articles 7 et 8);
- c) la propagation du feu à partir des appareils (voir l'Article 9);
- d) les températures excessives (voir l'Article 10);
- e) les effets des fluides et de la pression des fluides (voir l'Article 11);
- f) les effets des radiations, y compris ceux des sources laser, et de la pression acoustique et ultrasonique (voir l'Article 12);
- g) les émissions de gaz, les explosions et les implosions (voir l'Article 13).

Les exigences pour assurer la protection contre les DANGERS liés à des MAUVAIS USAGES RAISONNABLEMENT PRÉVISIBLES et aux aspects ergonomiques sont spécifiées à l'Article 16.

L'appréciation du RISQUE pour les DANGERS ou environnements non couverts ci-dessus est spécifiée à l'Article 17.

NOTE L'attention est attirée sur l'existence de règles supplémentaires concernant la santé et 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 exigences CEM (voir la série CEI 61326);

d) les mesures de protection dans les atmosphères explosives (voir la série CEI 60079).

1.3 Vérification

Cette norme spécifie également les méthodes de vérification par contrôle, ESSAIS DE TYPE, ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE et appréciation du RISQUE de la conformité des appareils aux exigences de cette norme.

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 jusqu'à 31 °C, et décroissance linéaire jusqu'à 50 % d'humidité relative à 40 °C;
- e) fluctuations de la tension du RÉSEAU d'alimentation jusqu'à ± 10 % de la tension nominale;
- f) SURTENSIONS TRANSITOIRES jusqu'aux niveaux de la CATÉGORIE DE SURTENSION II;
NOTE 1 Ces niveaux de SURTENSIONS TRANSITOIRES sont typiques pour des appareils alimentés à partir d'un tableau électrique.
- g) SURTENSIONS TEMPORAIRES survenant sur le RÉSEAU d'alimentation;
- h) DEGRÉ DE POLLUTION applicable à l'environnement prévu (DEGRÉ DE POLLUTION 2 dans la plupart des cas).

NOTE 2 Les fabricants peuvent spécifier des conditions d'environnement plus sévères en utilisation; néanmoins, il faut que l'appareil soit sûr dans ces conditions d'environnement normales.

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 quand elles sont ASSIGNÉES par le fabricant de l'appareil:

- a) utilisation à l'extérieur;
- b) altitude supérieure à 2 000 m;
- c) températures ambiantes inférieures à 5 °C ou supérieures à 40 °C;
- d) humidité relative supérieure aux valeurs spécifiées en 1.4.1;
- e) fluctuation de la tension du RÉSEAU d'alimentation dépassant ± 10 % de la valeur nominale;
- f) EMBLACEMENT HUMIDE;
- g) SURTENSIONS TRANSITOIRES jusqu'aux niveaux des CATÉGORIES DE SURTENSION III ou IV (voir l'Annexe K).

2 Références normatives

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

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

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

CEI 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

CEI 60068-2-75, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais aux marteaux*

CEI 60073, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de codage pour les indicateurs et les organes de commande*

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

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

CEI 60309 (toutes les parties), *Prises de courant pour usages industriels*

CEI 60320 (toutes les parties), *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues*

CEI 60332-1-2, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1-2: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé – Procédure pour flamme à prémélange de 1 kW*

CEI 60332-2-2, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 2-2: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé de petite section – Procédure pour une flamme de type à diffusion*

CEI 60335-2-24, *Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Partie 2-24: Règles particulières pour les appareils de réfrigération, les appareils de glaces à la crème et les fabriques de glace*

CEI 60335-2-89, *Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité – Part 2-89: Règles particulières pour les appareils de réfrigération à usage commercial avec une unité de condensation du fluide frigorigène ou un compresseur incorporés ou à distance*

CEI 60364-4-44, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*

CEI 60405, *Instrumentation nucléaire – Prescriptions de construction et classification pour les jauges de mesure des rayonnements ionisants*

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

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

CEI 60664-3, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'emportage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

CEI 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flamme d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

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

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

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*

CEI 61010-031, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 031: Prescriptions de sécurité pour sondes équipées tenues à la main pour mesurage et essais électriques*

CEI 61180, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension*

CEI 61180-1, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

CEI 61180-2, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 2: Matériel d'essai*

CEI 61672-1, *Electroacoustique – Sonomètres – Partie 1: Spécifications*

CEI 61672-2, *Electroacoustique – Sonomètres – Partie 2: Essais d'évaluation d'un modèle*

CEI 62262, *Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK)*

Guide CEI 104:1997, *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

Guide ISO/CEI 51, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

ISO 306:1994, *Plastiques – Matières thermoplastiques – Détermination de la température de ramollissement Vicat (VST)*

ISO 361, *Symbole de base pour les rayonnements ionisants*

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 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

ISO 9614-1, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 1: Mesurages par points*