

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60255-27

Première édition
First edition
2005-11

Relais de mesure et dispositifs de protection –

**Partie 27:
Exigences de sécurité**

Measuring relays and protection equipment –

**Part 27:
Product safety requirements**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60255-27:2005

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60255-27

Première édition
First edition
2005-11

Relais de mesure et dispositifs de protection –

**Partie 27:
Exigences de sécurité**

Measuring relays and protection equipment –

**Part 27:
Product safety requirements**

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XE**

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	8
INTRODUCTION	14
1 Domaine d'application et objet	18
2 Références normatives	18
3 Termes et définitions	22
4 Exigences générales de sécurité	38
4.1 Exigences de mise à la terre (mise à la terre et protection par écran)	38
5 Protection contre les chocs électriques	38
5.1 Exigences de protection contre les chocs électriques	38
5.2 Conditions de premier défaut	58
6 Aspects mécaniques	66
6.1 Protection contre les dangers mécaniques	66
6.2 Exigences mécaniques	66
6.3 Sécurité mécanique des terminaisons	68
7 Inflammabilité et résistance au feu	68
7.1 Généralités	68
7.2 Dangers généraux de surchauffe et d'incendie	72
7.3 Minimisation des risques d'incendie	74
7.4 Câbles et fusibles	76
7.5 Inflammabilité des matériaux et des composants	76
7.6 Sources d'inflammation	82
7.7 Conditions pour une enveloppe pare-feu	82
7.8 Exigences pour les circuits primaires et les circuits qui dépassent les limites TBT ..	84
7.9 Enveloppes pare-feu et barrières contre les flammes	84
7.10 Evaluation du risque d'incendie dû à une condition de premier défaut	86
7.11 Circuit à énergie limitée	90
8 Exigences générales et fondamentales de conception pour la sécurité	92
8.1 Conditions climatiques pour la sécurité	92
8.2 Connexions électriques	92
8.3 Composants	94
8.4 Connexion aux réseaux de communications	94
8.5 Connexion à d'autres équipements	94
8.6 Sources laser	96
8.7 Explosion	96
9 Marquages, documentation et conditionnement	98
9.1 Marquages	98
9.2 Documentation	112
9.3 Conditionnement	118
10 Essais de type et essais individuels de série	120
10.1 Essais de type de sécurité	122
10.2 Essais individuels de série ou essais par prélèvement.	122
10.3 Conditions générales pour les essais	122
10.4 Procédure de vérification	124
10.5 Essais	124

CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	15
1 Scope and object.....	19
2 Normative references	19
3 Terms and definitions	23
4 General safety requirements.....	39
4.1 Earthing requirements (grounding, earthing and screening).....	39
5 Protection against electric shock	39
5.1 Requirements for protection against electric shock.....	39
5.2 Single-fault conditions	59
6 Mechanical aspects	67
6.1 Protection against mechanical hazards.....	67
6.2 Mechanical requirements.....	67
6.3 Mechanical security of terminations.....	69
7 Flammability and resistance to fire	69
7.1 General.....	69
7.2 General hazards from overheating and fire.....	73
7.3 Minimization of fire risk.....	75
7.4 Cabling and fusing	77
7.5 Flammability of materials and components.....	77
7.6 Fire ignition sources.....	83
7.7 Conditions for a fire enclosure.....	83
7.8 Requirements for primary circuits and circuits exceeding ELV limits.....	85
7.9 Fire enclosures and flame barriers	85
7.10 Assessment of the fire risk due to a single-fault condition.....	87
7.11 Limited-energy circuit	91
8 General and fundamental design requirements for safety	93
8.1 Climatic conditions for safety.....	93
8.2 Electrical connections.....	93
8.3 Components.....	95
8.4 Connection to communication networks.....	95
8.5 Connection to other equipment.....	95
8.6 Laser sources.....	97
8.7 Explosion	97
9 Marking, documentation and packaging	99
9.1 Marking	99
9.2 Documentation	113
9.3 Packaging	119
10 Type tests and routine tests	121
10.1 Safety type tests	123
10.2 Routine testing or sample testing	123
10.3 Conditions for testing	123
10.4 Verification procedure	125
10.5 Tests.....	125

Annexe A (normative) Exigences des classes d'isolation et diagrammes d'exemple.....	150
Annexe B (informative) Tensions nominales des systèmes d'alimentation.....	162
Annexe C (normative) Tensions de choc assignées	164
Annexe D (normative) Guide pour la détermination de la distance dans l'air, de la ligne de fuite et des tensions de tenue.....	166
Annexe E (informative) Mesure des lignes de fuite et des distances dans l'air	188
Annexe F (normative) Doigts d'épreuve standard.....	200
Annexe G (informative) Guide pour les essais de tension de choc	204
Annexe H (informative) Composants.....	208
Annexe I (informative) Durée maximale de sécurité de tensions de courte durée et taille du condensateur en condition de premier défaut	216
Annexe J (informative) Connexions externes de sortie de câbles	220
Annexe K (informative) Exemples de protection de batterie	224
Annexe L (informative) Raisons pour lesquelles la sécurité fonctionnelle est exclue de la portée de la CEI 60255-27	226
Figure 1 – Diagramme de flux présentant les exigences nécessaires pour la protection contre la propagation du feu	70
Figure 2 – Déflecteur	86
Figure 3 – Emplacement et extension d'une barrière non combustible contre les flammes.....	86
Figure A.1 – Equipement avec des entrées/sorties TBTS.....	156
Figure D.1 – Guide pour la détermination des distances dans l'air, des lignes de fuite et des tensions de tenue.....	174
Figure F.1 – Doigt d'épreuve rigide.....	200
Figure F.2 – Doigt d'épreuve articulé	202
Figure G.1 – Diagramme schématique de l'assemblage d'un générateur d'essai de tension de choc	206
Figure I.1 – Durée maximale de tensions accessibles temporaires de courte durée en condition de premier défaut	216
Figure I.2 – Niveau de capacité chargée en condition d'utilisation normale et en condition de premier défaut	218
Figure K.1 – Protection de batterie non rechargeable	224
Figure K.2 – Protection de batterie rechargeable	224
Figure L.1 – Diagramme de bloc simplifié montrant un relais de protection qui peut commander un disjoncteur et l'ouvrir, la ligne sous tension déconnectée étant ensuite sécurisée par une mise à la terre.....	230
Figure. L.2 – Lignes sous tension isolées par des sectionneurs reliés mécaniquement ou électromécaniquement au disjoncteur, la ligne sous tension déconnectée étant ensuite sécurisée par une mise à la terre.....	230
Tableau 1 – Niveaux de courant en conditions normales.....	44
Tableau 2 – Charge ou énergie des capacités en conditions normales.....	44
Tableau 3 – Niveaux de courant en condition de premier défaut	64
Tableau 4 – Température maximale en conditions d'utilisation normale et à une température ambiante de 40°C	72
Tableau 5 – Perforations acceptables du fond de l'enveloppe d'équipement	86

Annex A (normative) Isolation class requirements and example diagrams	151
Annex B (informative) Nominal voltages of supply systems	163
Annex C (normative) Rated impulse voltages	165
Annex D (normative) Guidance for the determination of clearance, creepage distance and withstand voltages	167
Annex E (informative) Measurement of creepage distances and clearances	189
Annex F (normative) Standard test fingers	201
Annex G (informative) Guidance for impulse voltage test	205
Annex H (informative) Components	209
Annex I (informative) Safe maximum short-term voltage duration and capacitor size under a single-fault condition	217
Annex J (informative) External wiring terminations	221
Annex K (informative) Examples of battery protection	225
Annex L (informative) Reasons why functional safety is excluded from the scope of IEC 60255-27	227
Figure 1 – Flow chart showing requirements for protection against the spread of fire	71
Figure 2 – Baffle	87
Figure 3 – Location and extent of a non-combustible flame barrier	87
Figure A.1 – Equipment with SELV input/output (I/O)	157
Figure D.1 – Guidance for determination of clearances, creepage distances and withstand voltages	175
Figure F.1 – Rigid test finger	201
Figure F.2 – Jointed test finger	203
Figure G.1 – Impulse voltage test generator assembly schematic diagram	207
Figure I.1 – Maximum duration of short-term temporary accessible voltages under a single-fault condition	217
Figure I.2 – Charged capacitance level under normal operational use and single-fault condition	219
Figure K.1 – Non-rechargeable battery protection	225
Figure K.2 – Rechargeable battery protection	225
Figure L.1 – Simplified block diagram showing a protective relay which can actuate a circuit-breaker to open it, the disconnected live line being subsequently rendered safe by earthing	231
Figure L.2 – Live lines isolated by isolators mechanically or electro-mechanically linked to the circuit-breaker, the disconnected live line being subsequently rendered safe by earthing	231
Table 1 – Current levels in normal operational condition	45
Table 2 – Charge or energy of capacitance levels in normal operational condition	45
Table 3 – Current levels in single-fault condition	65
Table 4 – Maximum temperature in normal operational use and at an ambient temperature of 40°C	73
Table 5 – Acceptable perforation in the bottom of an equipment case	87

Tableau 6 – Matériau d'isolation des enroulements	88
Tableau 7 – Limites du courant maximum disponible	90
Tableau 8 – Dispositif de protection contre la surintensité	92
Tableau 9 – Symboles	108
Tableau 10 – Symboles pour le marquage des tensions d'essai	110
Tableau 11 – Vue d'ensemble des essais	120
Tableau 12 – Essai de chaleur sèche – Fonctionnement	124
Tableau 13 – Fonctionnement au froid – en fonctionnement	126
Tableau 14 – Essai de chaleur sèche, température de stockage	128
Tableau 15 – Essai à froid, température de stockage	128
Tableau 16 – Essai de chaleur humide	130
Tableau 17 – Essai de température cyclique avec humidité	130
Tableau 18 – Guide pour les essais de tension diélectrique pour la sécurité (essais individuels de série et par prélèvement)	140
Tableau 19 – Tensions d'essai c.a.	142
Tableau A.1 – Classes d'isolement par circuits/groupes de produits	150
Tableau A.2 – Exigences d'isolation entre deux circuits	154
Tableau B.1 – Tensions nominales des systèmes d'alimentation c.a. ou c.c.	162
Tableau C.1 – Tensions de choc assignées (forme d'onde 1,2/50 μ s)	164
Tableau D.1 – Isolation fonctionnelle, degré de pollution 1, catégorie de surtension I	176
Tableau D.2 – Isolation fonctionnelle, degré de pollution 2, catégorie de surtension I	178
Tableau D.3 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 1, catégorie de surtension II	178
Tableau D.4 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 2, catégorie de surtension II	180
Tableau D.5 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 1, catégorie de surtension III	180
Tableau D.6 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 2, catégorie de surtension III	182
Tableau D.7 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 1, catégorie de surtension II	182
Tableau D.8 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 2, catégorie de surtension II	184
Tableau D.9 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 1, catégorie de surtension III	184
Tableau D.10 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 2, catégorie de surtension III	186
Tableau D.11 – Facteur de multiplication de la tension d'essai pour prouver la distance dans l'air	186
Tableau D.12 – Réduction du degré de pollution de l'environnement interne par l'utilisation d'une protection additionnelle à l'intérieur de l'équipement	186
Tableau E.1 – Largeur X des sillons en fonction du degré de pollution	188
Tableau G.1 – Composants du générateur d'essai	204
Tableau J.1 – Gamme des sections de conducteurs devant être acceptés par les bornes ...	222
Tableau J.2 – Tailles des tiges de bornes ou des vis qui serrent directement des conducteurs d'alimentation	222

Table 6 – Insulation material of windings	89
Table 7 – Limits of maximum available current.....	91
Table 8 – Overcurrent protective device.....	93
Table 9 – Symbols	109
Table 10 – Symbols for marking of test voltage(s).....	111
Table 11 – Overview of tests.....	121
Table 12 – Dry-heat test – Operational	125
Table 13 – Cold test – operational	127
Table 14 – Dry heat test, storage temperature	129
Table 15 – Cold test, storage temperature	129
Table 16 – Damp-heat test.....	131
Table 17 – Cyclic temperature with humidity test	131
Table 18 – Guidance for routine and sample dielectric voltage testing for safety – informative.....	141
Table 19 – AC test voltages	143
Table A.1 – Circuit isolation class for product circuits/groups.....	151
Table A.2 – Insulation requirement between any two circuits	155
Table B.1 – Nominal voltages of a.c. or d.c. supply systems	163
Table C.1 – Rated impulse voltages (waveform: 1,2/50µs).....	165
Table D.1 – Functional insulation, pollution degree 1, overvoltage category I.....	177
Table D.2 – Functional insulation, pollution degree 2, overvoltage category I.....	179
Table D.3 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 1, overvoltage category II	179
Table D.4 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 2, overvoltage category II	181
Table D.5 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 1, overvoltage category III	181
Table D.6 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 2, overvoltage category III	183
Table D.7 – Double or reinforced insulation, pollution degree 1, overvoltage category II	183
Table D.8 – Double or reinforced insulation, pollution degree 2, overvoltage category II	185
Table D.9 – Double or reinforced insulation, pollution degree 1, overvoltage category III ...	185
Table D.10 – Double or reinforced insulation, pollution degree 2, overvoltage category III .	187
Table D.11 – Test voltage multiplication factor for proving the clearance in air	187
Table D.12 – Reduction of the pollution degree of internal environment through the use of additional protection within the equipment	187
Table E.1 – Width X of groove as a function of pollution degree.....	189
Table G.1 – Components of the test generator.....	205
Table J.1 – Range of conductor sizes to be accepted by terminals.....	223
Table J.2 – Sizes of terminal studs or screws directly securing supply conductors	223

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –

Partie 27: Exigences de sécurité

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60255-27 a été établie par le comité d'études 95 de la CEI: Relais de mesure et dispositifs de protection.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
95/180/FDIS	95/182/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –**Part 27: Product safety 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60255-27 has been prepared by IEC technical committee 95: Measuring relays and protection equipment.

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

FDIS	Report on voting
95/180/FDIS	95/182/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.

La CEI 60255 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Relais de mesure et dispositifs de protection*:

- Partie 3: Relais de mesure et dispositifs de protection à une seule grandeur d'alimentation d'entrée à temps dépendant ou indépendant
- Partie 5: Coordination de l'isolement des relais de mesure et des dispositifs de protection – Prescriptions et essais
- Partie 6: Relais de mesure et dispositifs de protection
- Partie 8: Relais électriques thermiques
- Partie 11: Interruptions et composante alternative des grandeurs d'alimentation auxiliaires à courant continu pour relais de mesure
- Partie 12: Relais directionnels et relais de puissance à deux grandeurs d'alimentation d'entrée
- Partie 13: Relais différentiels à pourcentage
- Partie 16: Relais de mesure d'impédance
- Partie 21-1: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section un: Essais de vibrations (sinusoïdales)
- Partie 21-2: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section 2: Essais de chocs et de secousses
- Partie 21-3: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section 3: Essais de tenue aux séismes
- Partie 22-1: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Essais d'immunité à l'onde oscillatoire amortie 1 MHz
- Partie 22-2: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Section 2: Essais de décharges électrostatiques
- Partie 22-3: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Essais de perturbations aux champs électromagnétiques rayonnés
- Partie 22-4: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves
- Partie 22-5: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Essais d'immunité aux ondes de choc
- Partie 22-6: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Immunités aux perturbations conduites induites par des champs radioélectriques
- Partie 22-7: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Essais d'immunité aux fréquences industrielles
- Partie 24: Format commun pour l'échange de données transitoires (COMTRADE) dans les réseaux électriques
- Partie 25: Essais d'émission électromagnétique pour relais de mesure et dispositifs de protection
- Partie 26: Exigences de compatibilité électromagnétique pour les relais de mesure et dispositifs de protection
- Partie 27: Exigences de sécurité

IEC 60255 consists of the following parts, under the general title *Measuring relays and protection equipment*:

- Part 3: Single input energizing quantity measuring relays with dependent or independent time
- Part 5: Insulation coordination for measuring relays and protection equipment – Requirements and tests
- Part 6: Measuring relays and protection equipment
- Part 8: Thermal electrical relays
- Part 11: Interruptions to and alternating component (ripple) in d.c. auxiliary energizing quantity of measuring relays
- Part 12: Directional relays and power relays with two input energizing quantities
- Part 13: Biased (percentage) differential relays
- Part 16: Impedance measuring relays
- Part 21-1: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section One: Vibration tests (sinusoidal)
- Part 21-2: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section Two: Shock and bump tests
- Part 21-3: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section 3: Seismic tests
- Part 22-1: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – 1 MHz burst immunity tests
- Part 22-2: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Section 2: Electrostatic discharge tests
- Part 22-3: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Radiated electromagnetic field disturbance tests
- Part 22-4: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Electrical fast transient/burst immunity test
- Part 22-5: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Surge immunity test
- Part 22-6: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Immunity to conducted disturbances induced by radiofrequency fields
- Part 22-7: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Power frequency immunity tests
- Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems
- Part 25: Electromagnetic emission tests for measuring relays and protection equipment
- Part 26: Electromagnetic compatibility requirements for measuring relays and protection equipment
- Part 27: Product safety requirements

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

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

Le contenu du corrigendum de mars 2007 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2005

Withdrawing

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

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

The contents of the corrigendum of March 2007 have been included in this copy.

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2005

INTRODUCTION

Pour prouver la sécurité d'un équipement, il était précédemment nécessaire de se référer à des normes de sécurité génériques, comme la CEI 61010-1, ainsi qu'à la CEI 60664-1.

Ces normes de sécurité génériques définissent des exigences pour des produits de type général ou pour des familles de produits afin de réduire les risques d'incendie, de choc électrique ou de blessure pour l'utilisateur. Les types de produits considérés n'incluent pas les relais de mesure et les dispositifs de protection. Ces normes prennent aussi en compte les conditions de premier défaut. La présente norme de sécurité électrique, norme produit, prévaut désormais sur les normes générales, en matière de sécurité.

La référence à ces normes diverses était source de confusion à cause d'exigences contradictoires, par exemple en matière de distances dans l'air, lignes de fuites, tension d'essais, etc., pour la même tension assignée.

L'objectif de cette norme est

- de supprimer la confusion apportée par les exigences contradictoires des normes existantes;
- de proposer dans l'industrie internationale une approche unifiée pour les relais de mesures et les dispositifs de protection.

Cette norme de sécurité pour les relais de mesure et les dispositifs de protection se fonde sur les normes génériques et la CEI 60664-1, définit les questions spécifiques aux relais de mesure et aux dispositifs de protection et prend en compte les exigences de la CEI 60255-5.

Le titre des principaux articles de cette norme est le suivant:

1. Domaine d'application
2. Références normatives
3. Définitions
4. Exigences générales de sécurité
5. Protection contre les chocs électriques
6. Aspects mécaniques
7. Inflammabilité et résistance au feu
8. Exigences générales et fondamentales de conception pour la sécurité
9. Marquages, documentation et conditionnement
10. Essais de type et essais individuels de série

Une liste des essais normatifs et informatifs figure dans la Tableau 11.

Le dispositif de protection est normalement installé dans une zone d'accès contrôlé à l'intérieur d'une centrale de production d'énergie, d'une sous-station ou d'un bâtiment industriel ou commercial. Les conditions d'environnement du dispositif de protection telles que définies dans la série CEI 60255 s'appliquent. Cette norme prend en compte les conditions habituelles de corrosion par l'humidité mais ne couvre pas la corrosion par la pollution atmosphérique.

On considère que l'accès au dispositif de protection en service n'est possible que par du personnel formé aux procédures de travail permettant d'assurer la sécurité. Néanmoins, ce personnel doit être protégé contre les dangers inattendus.

INTRODUCTION

In order to demonstrate that equipment is safe, it was previously necessary to refer to general safety standards such as IEC 61010-1 in addition to IEC 60664-1.

These general safety standards specify requirements for general product types or product families in order to reduce the risk of fire, electric shock or injury to the user. The product types do not include measuring relays and protection equipment. These standards also take into account single-fault conditions. This product safety standard takes precedence over general standards for matters of safety.

Reference to all these various standards created confusion due to conflicting requirements, for example, different clearances, creepage distances and test voltages etc., for the same rated voltages.

The aim of this standard is

- to remove confusion due to conflicting requirements between existing standards;
- to achieve a uniform approach throughout the international industry for measuring relays and protection equipment.

This product safety standard for measuring relays and protection equipment takes the general standards and IEC 60664-1 as the base, defining those issues specific to measuring relays and protection equipment, taking into account all the requirements of IEC 60255-5.

The main clause headings of this standard are:

1. Scope
2. Normative references
3. Definitions
4. General safety requirements
5. Protection against electric shock
6. Mechanical aspects
7. Flammability and resistance to fire
8. General and fundamental design requirements for safety
9. Marking, documentation and packaging
10. Type tests and routine tests

A list of the normative and informative tests is provided in Table 11.

The equipment will normally be installed in a restricted access area within a power station, substation or industrial/retail environment. The environmental conditions specified for the equipment in the IEC 60255 series of standards apply. The standard considers the normal conditions of corrosion caused by humidity but does not cover corrosion by atmospheric pollution.

It is assumed that access to the equipment in normal service is restricted to personnel aware of working procedures necessary to ensure safety. However, service personnel should be protected against unexpected hazards.

Cette norme s'applique aux dispositifs de protection destinés à être sûrs au moins dans les conditions d'environnement suivantes:

- installation d'intérieur;
- altitude jusqu'à 2 000 m;
- température ambiante de fonctionnement selon CEI 60255-6;
- humidité relative de l'environnement: 93 % sans condensation;
- variations de la tension auxiliaire: selon CEI 60255-6;
- surtensions transitoires sur alimentation auxiliaire;
- pollution de l'environnement: degré 1 et degré 2.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2005

Withd 2013

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

- indoor use;
- altitude up to 2 000 m;
- external operating temperature range, in accordance with IEC 60255-6;
- maximum external relative humidity 93 %, non-condensing;
- supply fluctuations in accordance with IEC 60255-6;
- applicable supply overvoltage category;
- external pollution degree 1 and external pollution degree 2.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60255-27:2005

Withd 2013

RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –

Partie 27: Exigences de sécurité

1 Domaine d'application et objet

Cette Norme internationale détaille les exigences de sécurité pour les relais de mesure et dispositifs de protection dont la tension nominale n'excède pas 1 000 V c.a. avec une fréquence nominale jusqu'à 65 Hz ou 1 500 V c.c. Au delà de ces limites, il convient d'utiliser la CEI 60664-1 pour déterminer les distances dans l'air, les lignes de fuites et la valeur des tensions d'essai.

Cette norme détaille les exigences fondamentales de sécurité pour minimiser le risque d'incendie et le danger de choc électrique ou de blessure pour l'utilisateur.

Cette norme ne définit pas les exigences de sécurité des installations. Elle couvre par contre tous les modes d'installation – en cellule, en rack ou en tableau – et d'utilisation des dispositifs de protection, incluant les essais réalisés en période d'exploitation. Cette norme s'applique aussi aux dispositifs auxiliaires comme les shunts, résistances série, transformateurs, etc., utilisés en tant qu'éléments séparés mais testés conjointement avec les relais de mesure ou dispositifs de protection.

Les dispositifs auxiliaires utilisés conjointement avec les relais de mesure ou dispositifs de protection peuvent être assujettis à des exigences de sécurité supplémentaires.

Cette norme ne traite que des exigences de sécurité du produit; la performance fonctionnelle du dispositif de protection est donc en dehors de son domaine d'application.

Les exigences de sécurité fonctionnelle, en particulier la sécurité fonctionnelle en présence de perturbations électromagnétiques, n'est pas couverte par cette norme. Les analyses de risques fonctionnels ne sont pas du domaine de cette norme de sécurité produit.

Cette norme ne s'applique pas à une réalisation unitaire d'équipements, de circuits, et de composants.

L'objet de cette norme est de fournir un texte complet qui couvre tous les aspects de la sécurité du produit ainsi que les essais de type et les essais individuels de série qui s'y rapportent, pour les relais de mesure et les dispositifs de protection.

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 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais A: Froid*

CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais B: Chaleur sèche*

Amendement 1 (1993)

Amendement 2 (1994)

MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –

Part 27: Product safety requirements

1 Scope and object

This International Standard describes the product safety requirements for measuring relays and protection equipment having a rated a.c. voltage up to 1 000 V with a rated frequency up to 65 Hz, or a rated d.c. voltage up to 1 500 V. Above these limits, IEC 60664-1 should be used for the determination of clearance, creepage distance and withstand test voltage.

This standard details essential safety requirements to minimize the risk of fire and hazards caused by electric shock or injury to the user.

This standard does not cover the safety requirements of installations. It does cover all the ways in which the equipment may be mounted and used in cubicles, racks and panels, and also re-testing. This standard also applies to auxiliary devices such as shunts, series resistors, transformers, etc., solely used and tested together with measuring relays and protection equipment.

Ancillary equipment used in conjunction with measuring relays and protection equipment may need to comply with additional safety requirements.

This standard is intended to describe only product safety requirements; therefore, functional performance of the equipment is not covered.

Functional safety requirements, including EMC functional safety, are not covered by this standard. Functional safety risk analysis is not within the scope of this product safety standard.

This standard does not specify individual equipments or implementations of circuits and components.

The object of this standard is to have a comprehensive standard that covers all aspects of product safety and the related type and routine tests, for measuring relays and protection equipment.

2 Normative references

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

IEC 60068-2-1:1990, Environmental testing – Part 2: Tests – Test A: Cold

IEC 60068-2-2:1974, Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

CEI 60068-2-30:1980, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures)*

CEI 60068-2-78:2001, *Essais d'environnement – Part 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide*

CEI 60085:2004, *Isolation électrique – Classification thermique*

CEI 60127-1:1988, *Coupe-circuit miniatures – Partie 1: Définitions pour coupe-circuit miniatures et prescriptions générales pour éléments de remplacement miniatures*

CEI 60255-6:1988, *Relais électriques – Partie 6: Relais de mesure et dispositifs de protection*

CEI 60255-21-1:1988, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section un: Essais de vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60255-21-2:1988, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section deux: Essais de chocs et de secousses*

CEI 60255-21-3:1993, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section 3: Essais de tenue aux séismes*

CEI 60255-22-5:2002, *Relais électriques – Partie 22-5: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Essais d'immunité aux ondes de choc*

CEI 60352-1:1997, *Connexions sans soudure – Partie 1: Connexions enroulées – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique*

CEI 60352-2:1990, *Connexions sans soudure – Partie 2: Connexions serties sans soudure – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique*

CEI 60417-DB:2005, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*¹

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
Amendement 1 (1999)²

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*
Amendement 1 (2000)
Amendement 2 (2002)³

CEI 60664-3:2003, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtements, d'emportage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

CEI 60695-2-20:2004, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-20: Méthodes d'essai au fil chauffant ou incandescent – Allumabilité par bobine de fil chauffant – Appareillage, méthode d'essai et lignes directrices*

CEI 60695-11-10:1999, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flamme d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*
Amendement 1 (2003)

¹ «DB» se réfère à la base de données «on-line» de la CEI.

² Il existe une édition consolidée 2.1 (2001) comprenant l'édition 2.0 et son amendement 1.

³ Il existe une édition consolidée 1.2 (2002) comprenant l'édition 1.0 et ses amendements 1 et 2.

IEC 60068-2-30:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60085: 2004, *Electrical insulation – Thermal classification*

IEC 60127-1:1988, *Miniature fuses – Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links*

IEC 60255-6:1988, *Electrical relays – Part 6: Measuring relays and protection equipment*

IEC 60255-21-1:1988, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section One: Vibration tests (sinusoidal)*

IEC 60255-21-2:1988, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section Two: Shock and bump tests*

IEC 60255-21-3:1993, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section 3: Seismic tests*

IEC 60255-22-5:2002, *Electrical relays – Part 22-5: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Surge immunity test*

IEC 60352-1:1997, *Solderless connections – Part 1: Wrapped connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60352-2:1990, *Solderless connections – Part 2: Solderless crimped connections – General requirements, test methods and practical guidance.*

IEC 60417-DB:2005, *Graphical symbols for use on equipment*¹

IEC 60529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
Amendment 1 (1999)²

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests.*
Amendment 1 (2000)
Amendment 2 (2002)³

IEC 60664-3:2003, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60695-2-20:2004, *Fire hazard testing – Part 2-20: Glowing/hot-wire based test methods – Hot-wire coil ignitability – Apparatus, test method and guidance*

IEC 60695-11-10:1999, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames, 50 W horizontal and vertical flame test methods.*
Amendment 1 (2003)

¹ “DB” refers to IEC on-line data base.

² There exists a consolidated edition 2.1 (2001) that includes edition 2.0 and its amendment 1.

³ There exists a consolidated edition 1.2 (2002) that includes edition 1.0 and its amendments 1 and 2.

CEI 60825-1:1993, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur*

Amendement 1 (1997)

Amendement 2 (2001)⁴

CEI 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

CEI 61140:2001, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61180-1:1992, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

CEI 61180-2:1994, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 2: Matériel d'essai*

CEI 62151:2000, *Sécurité des matériels reliés électriquement à un réseau de communications*

ISO 780:1997, *Emballages – Marquages graphiques relatifs à la manutention des marchandises*

ISO 7000-DB:2005⁵, *Symboles graphiques utilisables sur les matériels – Index et tableau synoptique*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE Pour les définitions des termes généraux, en l'absence de définition dans la présente norme, il convient de faire référence à la CEI 60664-1, 1.3, et à la CEI 60050 (151-448).

3.1

partie accessible

partie pouvant être touchée en utilisation normale au moyen du doigt d'épreuve rigide ou articulé normalisé tel que spécifié dans l'Annexe F

[VEI 442-01-15, modifié]

NOTE 1 Pour les besoins de la présente norme, l'accessibilité en utilisation normale s'applique pour le devant de l'appareil uniquement.

NOTE 2 Il convient qu'un circuit de communication qui peut être de manière permanente relié et pris en dehors de l'armoire logeant l'appareil, ou à l'avant du panneau et sans nécessité d'ouvrir un couvercle ou un rabat pour lui accéder, soit considéré comme accessible, c'est-à-dire qu'il soit PEB, TBTS, TBTP ou équivalent.

3.2

circuits adjacents

circuits électriques qui sont séparés du circuit considéré par l'isolation nécessaire principale ou double/renforcée. Les circuits qui sont séparés par plus d'une isolation double ou renforcée ne sont pas considérés comme étant adjacents

3.3

température ambiante

température, déterminée dans les conditions exigées, de l'air environnant l'équipement complet

[VEI 441-11-13, modifié]

NOTE 1 Pour les équipements installés à l'intérieur d'une enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe.

NOTE 2 La température ambiante est mesurée à mi-distance des matériels voisins mais pas à plus de 300 mm de l'enveloppe du matériel, à mi-hauteur du matériel, protégé du rayonnement thermique direct du matériel.

⁴ Il existe une édition consolidée 1.2 (2001) comprenant l'édition 1.0 et ses amendements 1 et 2.

⁵ «DB» se réfère à la base de données «on-line» de l'ISO.

IEC 60825-1:1993, *Safety of laser products – Part 1: Equipment class, requirements and user's guide*

Amendment 1 (1997)

Amendment 2 (2001)⁴

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

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61180-1:1992, *High-voltage test technique for low-voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements.*

IEC 61180-2:1994, *High-voltage test technique for low-voltage equipment – Part 2: Test equipment.*

IEC 62151:2000, *Safety of equipment electrically connected to a telecommunication network*

ISO 780:1997, *Packaging – Pictorial marking for handling of goods*

ISO 7000-DB:2005⁵, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

NOTE For definitions of general terms not defined in this standard, reference should be made to IEC 60664-1, 1.3, and IEC 60050 (151-448).

3.1

accessible (of a part)

part which can be touched in normal operational use with a standard rigid or jointed test finger as specified in Annex F

[IEV 442-01-15, modified]

NOTE 1 Accessible in normal operational use applies mainly to the front of the equipment only, for the purposes of this standard.

NOTE 2 A communication circuit/network, which may be connected and taken outside of the cubicle housing, the equipment, or on the front of the panel without the need to open a cover or flap to access it, should be considered to be accessible, i.e. should be PEB, PELV, SELV or equivalent.

3.2

adjacent circuits

electric circuits which are separated from the considered circuit by the necessary basic or double/reinforced insulation. Circuits which are separated by far more than double or reinforced insulation are not considered to be adjacent

3.3

ambient temperature

temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the complete equipment

[IEV 441-11-13, modified]

NOTE 1 For equipment installed inside an enclosure, it is the temperature of the air outside the enclosure.

NOTE 2 The ambient temperature is measured at half the distance from any neighbouring equipment, but not more than 300 mm distance from the equipment case, at middle height of the equipment, protected from direct heat radiation from the equipment.

⁴ There exists a consolidated edition 1.2 (2001) that includes edition 1.0 and its amendments 1 and 2.

⁵ "DB" refers to ISO on-line data base.

3.4

barrière

élément assurant la protection contre les contacts directs dans toute direction habituelle d'accès

[VEI 826-12-23]

NOTE Les barrières peuvent fournir la protection contre la propagation du feu (voir Article 7).

3.5

isolation principale

isolation des parties actives, destinée à assurer la protection principale contre les chocs électriques

[VEI 826-12-14]

NOTE L'isolation principale ne comprend pas l'isolation exclusivement utilisée à des fins fonctionnelles.

3.6

surface de délimitation

surface extérieure de l'enveloppe de l'équipement, considérée comme si elle était composée d'une feuille métallique au contact des surfaces accessibles en matériau isolant

3.7

équipements de Classe I

équipement ayant une isolation principale comme dispositif de protection principal contre les chocs électriques et une liaison de protection comme dispositif de protection en cas de défaut, de telle sorte que les parties conductrices de l'extérieur de l'enveloppe ne puissent pas devenir actives dans le cas d'une défaillance de l'isolation principale

3.8

équipements de Classe II

équipements possédant

- une isolation principale comme disposition pour la protection principale contre les chocs électriques, et
- une isolation supplémentaire comme disposition pour la protection en cas de défaut; ou
- dans lequel la protection principale et la protection en cas de défaut sont fournis par une isolation renforcée.

NOTE Il convient qu'il n'y ait pas de possibilité de raccorder un conducteur de protection et de ne pas compter sur les conditions d'installation pour assurer la sécurité. Il est cependant permis de relier un conducteur de terre à l'équipement de classe II pour les raisons fonctionnelles (par exemple CEM).

3.9

équipements de Classe III

équipements, ou parties d'un équipement, dans lesquels la protection contre les chocs électriques s'appuie sur l'alimentation par des circuits TBTS et dans lesquels aucune tension dangereuse n'est générée

3.10

distance d'isolement (dans l'air)

distance la plus courte, mesurée dans l'air, entre deux parties conductrices, ou entre une partie conductrice et la surface de délimitation extérieure de l'équipement, qu'elle soit conductrice ou non

3.4**barrier**

part providing protection against direct contact from any usual direction of access
[IEV 826-12-23]

NOTE Barriers may provide protection against the spread of fire (see Clause 7).

3.5**basic insulation**

insulation of hazardous live parts to provide basic protection

[IEV 826-12-14, modified]

NOTE This concept does not apply to insulation used exclusively for functional purposes.

3.6**bounding surface**

outer surface of the equipment case, considered as though metal foil were pressed into contact with accessible surfaces of insulating material

3.7**Class I equipment**

equipment with basic insulation as provision for basic protection against electric shock and protective bonding as provision for fault protection, such that conductive parts on the outside of the equipment case, cannot become live in the event of a failure of the basic insulation

3.8**Class II equipment**

equipment with

- basic insulation as provision for basic protection against electric shock, and
- supplementary insulation as provision for fault protection; or
- in which basic protection and fault protection are provided by reinforced insulation

NOTE There should be no provision for a protective conductor or reliance upon installation conditions for safety purposes. It is, however, permissible to connect an earth/ground conductor to Class II equipment for functional (for example, EMC) purposes.

3.9**Class III equipment**

equipment, or parts of an equipment, in which protection against electric shock relies upon supply from SELV or PELV circuits and in which hazardous voltages are not generated

3.10**clearance**

shortest distance, measured in air, between two conductive parts, or between a conductive part and the outer bounding surface of the equipment, whether conductive or not

3.11

indice de résistance au cheminement

IRC

valeur numérique de la tension maximale exprimée en volts, qu'un matériau peut supporter sans cheminement dans des conditions d'essai spécifiées

[VEI 212-01-44]

3.12

circuit/réseau de communication

circuit/réseau pour la réception et/ou la transmission de signaux analogiques ou numériques. Il peut communiquer avec d'autres circuits par liaison magnétique, au moyen de rayonnement électromagnétique, ou support métallique

3.13

lignes de fuite

distance la plus courte le long de la surface d'un matériau isolant solide entre deux parties conductrices, ou entre une partie conductrice et la surface de délimitation (partie accessible) de l'équipement, mesurée le long de la surface isolante

[VEI 151-15-50, modifié]

3.14

contact direct

contact électrique des personnes avec les parties actives

[VEI 826-03-05, modifié]

3.15

double isolation

isolation comprenant à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire

[VEI 195-06-08]

NOTE L'isolation principale et supplémentaire sont distinctes, chacune conçue pour la protection principale contre les chocs électriques.

3.16

TBT

(très basse tension)

voir Tableau A.1

3.17

enveloppe

enceinte assurant le type et le degré de protection approprié pour l'application prévue

[VEI 195-02-35]

NOTE Les enveloppes peuvent fournir la protection contre la propagation du feu (voir Article 7).

3.18

équipement

relais de mesure et dispositif de protection

3.19

EST

équipement sous test

3.11**comparative tracking index
(CTI abbreviation)**

numerical value of the maximum voltage in volts which a material can withstand without tracking under specified test conditions

[IEV 212-01-44]

3.12**communication circuit/network**

circuit/network for receiving and/or transmitting, digital or analogue signals. It may communicate with other circuits via optical, magnetic or electromagnetic radiation means, or metallic connections

3.13**creepage distance**

shortest distance along the surface of a solid insulating material between two conductive parts, or between a conductive part and the bounding surface (accessible part) of the equipment, measured along the surface of insulation

[IEV 151-15-50, modified]

3.14**direct contact**

electrical contact of persons with live parts

[IEV 826-03-05, modified]

3.15**double insulation**

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

[IEV 195-06-08]

NOTE Basic and supplementary insulation are separate, each designed for basic protection against electric shock.

3.16**ELV**

(extra low voltage)

see Table A.1

3.17**enclosure**

housing affording the type and degree of protection suitable for the intended application

[IEV 195-02-35]

NOTE Enclosures may provide protection against the spread of fire (see Clause 7).

3.18**equipment**

measuring relays and protection equipment

3.19**EUT**

equipment under test

3.20

partie (masse) conductrice accessible

partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée et qui n'est normalement pas sous tension mais qui peut le devenir en condition de premier défaut

[VEI 826-03-02, modifié]

NOTE 1 Pour le matériel qui n'est pas fermé, le châssis, les dispositifs de fixation, etc., peuvent former les parties conductrices accessibles.

NOTE 2 Pour le matériel qui est fermé, les parties conductrices qui sont accessibles lorsque l'équipement est monté dans sa position normale de fonctionnement, y compris celles de sa surface de fixation, forment les parties conductrices accessibles.

3.21

enveloppe pare-feu

partie de l'équipement destinée à minimiser la propagation du feu ou de flammes depuis l'intérieur

3.22

mise à la terre fonctionnelle

mise à la terre d'un point ou des points dans un système ou dans une installation ou dans l'équipement, pour des besoins autres que la sécurité électrique

3.23

isolation fonctionnelle

isolation entre les parties conductrices, nécessaire pour le bon fonctionnement de l'équipement

[VEI 195-02-41]

3.24

niveau d'énergie dangereux

un niveau de puissance disponible de 240 VA ou plus ayant une durée de 60 s ou plus, ou un niveau d'énergie stocké de 20 J ou plus (par exemple, un ou plusieurs condensateurs), à un potentiel de 2 V ou plus

3.25

partie active dangereuse

partie active à une tension supérieure à 33 V c.a. ou 70 V c.c.

[VEI 826-03-15, modifié]

3.26

tension active dangereuse

TAD

tension qui dépasse 33 V c.a. ou 70 V c.c. en condition normale

3.27

matériau expansé de classe HBF

matériau expansé testé dans l'épaisseur significative la plus mince utilisé et classé HBF selon l'ISO 9772

3.28

matériau de classe HB40

matériau testé dans l'épaisseur significative la plus mince utilisé et classé HB40 selon la CEI 60695-11-10

3.20**exposed conductive part**

conductive part of electrical equipment, which is accessible and which is not normally live, but which may become live under a single-fault condition

[IEV 826-03-02, modified]

NOTE 1 For equipment which is not enclosed, the frame, the fixing devices, etc., may form the exposed conductive parts.

NOTE 2 For equipment which is enclosed, the conductive parts which are accessible when the equipment is mounted in its normal position of use, including those of its fixing surface, form the exposed conductive parts.

3.21**fire enclosure**

part of the equipment intended to minimize the spread of fire or flames from within

3.22**functional earthing****functional grounding (US)**

earthing a point or points in a system or in an installation or in equipment, for purposes other than electrical safety

3.23**functional insulation**

insulation between conductive parts, necessary for the proper functioning of the equipment

[IEV 195-02-41]

3.24**hazardous energy level**

available power level of 240 VA or more, having a duration of 60 s or more, or a stored energy level of 20 J or more (for example, from one or more capacitors), at a potential of 2 V or more

3.25**hazardous live part**

live part at a voltage exceeding 33 V a.c. or 70 V d.c.

[IEV 826-03-15, modified]

3.26**HLV****(hazardous live voltage)**

normal operational condition voltage which exceeds 33 V a.c. or 70 V d.c.

3.27**HBF class foamed material**

foamed material tested in the thinnest significant thickness used and classified HBF according to ISO 9772

3.28**HB40 class material**

material tested in the thinnest significant thickness used and classified HB40 according to IEC 60695-11-10

3.29

matériau de classe HB75

matériau testé dans l'épaisseur significative la plus mince utilisé et classé HB75 selon la CEI 60695-11-10

3.30

haute intégrité

une partie ou un composant est considéré de haute intégrité s'il ne peut pas devenir défectueux en présentant un danger dans le sens de la présente norme; une partie ou un composant de haute intégrité est considéré comme ne pouvant pas constituer une condition de premier défaut

3.31

circuit à énergie limitée

défini en 7.11

3.32

partie active

conducteur ou partie conductrice destiné à être sous tension en service normal, y compris le conducteur de neutre

[VEI 195-02-19, modifié]

NOTE Ce terme n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

3.33

micro-environnement

conditions ambiantes à proximité immédiate des distances d'isolement (dans l'air) et des lignes de fuite considérées, à l'exclusion de la pollution produite par l'équipement lors de son fonctionnement normal

[VEI 442-01-29, modifié]

NOTE C'est le micro-environnement des lignes de fuite et des distances d'isolement de l'équipement (et non l'environnement de l'équipement) qui détermine l'effet sur l'isolation.

3.34

circuit non primaire

un circuit non primaire est électriquement isolé de l'alimentation à courant alternatif ou à courant continu et des transformateurs de tension et des transformateurs de courant

3.35

conditions normales d'utilisation

équipements installés et utilisés dans des conditions de fonctionnement normales, avec tous les capots et dispositifs de protection en place

3.36

catégorie de surtension

nombre définissant une condition de surtension transitoire. Voir D.1.6 pour les détails des catégories de surtension

NOTE Les catégories de surtension I, II, III sont utilisées.

3.37

circuit PEB (circuit avec protection par liaison équipotentielle)

voir Tableau A.1

3.38

circuit TBTP (très basse tension de protection)

voir Tableau A.1

3.29**HB75 class material**

material tested in the thinnest significant thickness used and classified HB75 according to IEC 60695-11-10

3.30**high-integrity**

high-integrity part or component is considered not to become defective in such a manner as to cause a risk of hazard within the sense of this standard; a high-integrity part or component is considered as not subject to failure when a single-fault condition is applied

3.31**limited-energy circuit**

defined in 7.11

3.32**live part**

conductor or conductive part intended to be energized in normal operational use, including a neutral conductor

[IEV 195-02-19, modified]

NOTE This concept does not necessarily imply a risk of electric shock.

3.33**micro-environment**

ambient conditions which immediately surround the clearance and creepage distance under consideration excluding self-produced pollution resulting from normal operation of the accessory

[IEV 442-01-29, modified]

NOTE The micro-environment of the creepage distance or clearance and not the environment of the equipment determines the effect on the insulation.

3.34**non-primary circuit**

circuit electrically isolated from the a.c. or d.c. supply and from external VTs and CTs

3.35**normal operational use**

equipment installed and operated under normal operational conditions, with all covers and protective measures in place

3.36**overvoltage category**

number defining a transient overvoltage condition. See D.1.6 for overvoltage category details

NOTE Overvoltage categories I, II, III are used.

3.37**PEB-circuit (protective equipotential bonding circuit)**

see Table A.1

3.38**PELV circuit (protective extra low voltage circuit)**

see Table A.1

3.39

pollution

tout apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux qui peut entraîner une réduction permanente de la rigidité diélectrique ou de la résistivité de surface de l'isolation

[VEI 442-01-28]

NOTE Les gaz ionisés de façon fugitive ne sont pas considérés comme une pollution.

3.40

degré de pollution

nombre caractérisant la pollution attendue du micro-environnement

3.41

degré de pollution 1

en principe, il n'existe pas de pollution ou il se produit seulement une pollution sèche, non conductrice. La pollution n'a pas d'importance

3.42

degré de pollution 2

en principe, il ne se produit qu'une pollution non conductrice. Cependant, on doit s'attendre de temps en temps à une conductivité temporaire provoquée par la condensation

3.43

degré de pollution 3

en principe, présence d'une pollution conductrice, ou d'une pollution sèche non conductrice, qui devient conductrice par suite de la condensation qui peut se produire

3.44

degré de pollution 4

en principe, la pollution produit une conductivité persistante causée par la poussière conductrice ou par la pluie ou la neige

3.45

circuit primaire

un circuit primaire est un circuit directement connecté à l'alimentation d'entrée à courant continu ou à courant alternatif. Les circuits de l'équipement reliés aux transformateurs de tension et aux transformateurs de courant sont également classés comme circuits primaires (voir 5.1.9.1.1 et Annexe A)

NOTE Les circuits de relais de mesure alimentés à partir d'une alimentation à courant continu ou à courant alternatif externes, correspondant aux exigences du circuit TBT, peuvent être traités en tant que circuits non-primaires, à condition que toutes les tensions transitoires ou de choc à la sortie d'alimentation c.c. ne dépassent pas les exigences de la Figure I.1.

3.46

liaison équipotentielle de protection

liaison électrique à des parties conductrices accessibles ou à un écran de protection réalisée afin de fournir la continuité électrique avec la terre au moyen d'un conducteur de protection externe, lui-même mis à la terre de façon sûre

3.47

résistance de liaison de protection

impédance entre la borne du circuit de protection et une partie conductrice qui doit être raccordée au conducteur de protection

3.48

conducteur de protection

conducteur prévu pour les besoins de sécurité, par exemple protection contre les chocs électriques, en reliant électriquement certaines des parties suivantes:

3.39**pollution**

any addition of foreign matter, solid, liquid or gaseous that can produce a permanent reduction of dielectric strength or surface resistivity of the insulation

[IEV 442-01-28]

NOTE Ionized gases of a temporary nature are not considered to be a pollution.

3.40**pollution degree**

number characterizing the expected pollution of the micro-environment

3.41**pollution degree 1**

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

3.42**pollution degree 2**

normally only non-conductive pollution occurs except that occasionally a temporary conductivity caused by condensation is to be expected

3.43**pollution degree 3**

normally conductive pollution, or dry non-conductive pollution occurs, which becomes conductive, due to condensation which is to be expected

3.44**pollution degree 4**

normally the pollution generates persistent conductivity caused by conductive dust or by rain or snow

3.45**primary circuit**

circuit connected direct to the a.c. or d.c. supply input. Equipment circuits connected to VTs or CTs are also classed as primary circuits (see 5.1.9.1.1 and Annex A)

NOTE Measuring relay circuits supplied from an external a.c. or d.c. power supply, complying with ELV circuit requirements, as in Table A.1, may be treated as non-primary circuits, providing that any transients or impulse voltages on the supply output do not exceed the requirements of Figure I.1.

3.46**protective bonding**

electrical connection of exposed conductive parts or of protective screening to provide electrical continuity by means of connection to an external protective conductor which is securely returned to earth/ground

3.47**protective bonding resistance**

impedance between the protective conductor terminal and a conductive part required to be connected to the protective conductor

3.48**protective conductor**

conductor provided for purposes of safety, for example, protection against electric shock, by electrically connecting any of the following parts:

- borne principale de terre;
- masses;
- prise de terre;
- point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel

[VEI 195-02-09, modifié]

3.49

mise à la terre de protection

mise à la terre d'un point d'un matériel pour la protection contre les chocs électriques en cas de défaut

3.50

impédance de protection

impédance connectée entre parties actives et masse, de valeur telle que le courant, en utilisation normale et dans des conditions possibles de panne de l'équipement, soit limité à une valeur de sécurité, et qui est construite de façon telle que sa fiabilité soit maintenue au cours de la durée de vie de l'équipement

[VEI 442-04-24 modifiée]

NOTE Il convient que l'impédance de protection supporte la tension de tenue diélectrique pour la double isolation et il est recommandé que son choix tienne compte de ses modes de défaillances probables.

3.51

protection par écran

séparation des circuits électriques et/ou des conducteurs par rapport aux parties actives dangereuses par un écran de protection électrique relié au réseau de liaisons équipotentielles de protection et destiné à fournir la protection contre les chocs électriques

[VEI 195-06-18]

3.52

séparation de protection

séparation entre deux circuits électriques au moyen

- d'une double isolation, ou
- d'une isolation principale et d'une protection électrique par écran, ou
- d'une isolation renforcée.

3.53

tension assignée de choc

valeur de la tension de choc assignée par le constructeur au matériel ou à une partie du matériel, caractérisant la capacité spécifiée de tenue de son isolation aux surtensions transitoires et à laquelle on se réfère pour déterminer les distances d'isolement

3.54

tension d'isolement assignée

TIA

valeur de tension assignée par le constructeur au matériel ou à une partie du matériel, caractérisant la capacité de tenue spécifiée (à long terme) de son isolation et à laquelle on se réfère pour déterminer les essais de tension diélectrique et les lignes de fuite

[VEI 442-06-39 modifié]

NOTE 1 La tension d'isolement assignée n'est pas nécessairement égale à la tension assignée de l'équipement qui est principalement liée à la performance fonctionnelle.

NOTE 2 La tension d'isolement assignée se réfère à l'isolation entre les circuits électriques.

NOTE 3 Pour les distances d'isolement et l'isolation solide, c'est la valeur crête de la tension à laquelle peut être soumis l'élément isolant ou l'air qui détermine la tension d'isolement assignée. Pour les lignes de fuite, c'est la valeur efficace ou continue de la tension qui est déterminante.

- main earthing terminal;
- exposed conductive parts;
- earth electrode;
- earthed point of the source or artificial neutral

[IEV 195-02-09, modified]

3.49

protective earthing

protective grounding (US)

earthing of a point in equipment for protection against electric shock in case of a fault

3.50

protective impedance

impedance connected between live parts and exposed conductive parts, of such value that the current, in normal operational use and under likely fault conditions in the equipment, is limited to a safe value, and which is so constructed that the reliability is maintained throughout the life of the equipment

[IEV 442-04-24, modified]

NOTE A protective impedance should withstand the dielectric voltage withstand test for double insulation, and its choice should take account of its predominated failure mode.

3.51

protective screening

protective shielding (US)

separation of electric circuits and/or conductors from hazardous live parts by an electrically protective screen connected to the protective equipotential bonding system and intended to provide protection against electric shock

[IEV 195-06-18]

3.52

protective separation

separation of one electric circuit from another by means of

- double insulation, or
- basic insulation and electrically protective screening, or
- reinforced insulation.

3.53

rated impulse voltage

impulse voltage value assigned by the manufacturer to the equipment or to a part of it, characterizing the specified withstand capability of its insulation against transient overvoltages and to which clearances are referred

3.54

rated insulation voltage (RIV)

voltage value assigned by the manufacturer to the equipment, or to a part of it, characterizing the specified (long-term) withstand capability of its insulation and to which dielectric voltage tests and creepage distances are referred

[IEV 442-06-39, modified]

NOTE 1 The rated insulation voltage is not necessarily equal to the rated voltage of equipment which is primarily related to functional performance.

NOTE 2 The rated insulation voltage refers to the insulation between electric circuits.

NOTE 3 For clearances and solid insulation the peak value of the voltage occurring across the insulation or clearance is the determining value for the rated insulation voltage. For creepage distances, the r.m.s. or d.c. value is the determining value.

3.55

tension assignée

valeur de la tension assignée par le constructeur, correspondant à une condition de fonctionnement spécifiée d'un composant, dispositif ou équipement

NOTE L'équipement peut posséder plus d'une valeur de tension assignée ou peut avoir une gamme de tensions assignées.

3.56

isolation renforcée

isolation des parties actives dangereuses qui fournit un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à une double isolation

[VEI 195-06-09]

NOTE L'isolation renforcée peut comprendre plusieurs couches qui ne peuvent pas être testées individuellement, comme l'isolation principale ou l'isolation supplémentaire.

3.57

zone d'accès limité

zone uniquement accessible aux personnes électriquement qualifiées et aux personnes électriquement averties, munies de l'autorisation adéquate et averties des risques électriques

[VEI 195-04-04, modifié]

NOTE Ces zones incluent les postes électriques fermés, les sites de distribution, les cellules disjoncteurs, les cellules transformateurs, les systèmes électriques sous enveloppe métallique ou dans d'autres types d'installations fermées.

3.58

essai individuel de série

essai de conformité effectué sur chaque entité en cours ou en fin de fabrication

[VEI 151-16-17]

3.59

écran

partie active qui enveloppe ou sépare les circuits électriques et/ou les conducteurs

3.60

circuit TBTS

(circuit à très basse tension de sécurité)

voir Tableau A.1

3.61

isolation supplémentaire

isolation indépendante appliquée en plus de l'isolation principale en vue d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolation principale

[VEI 195-06-07, modifié]

3.62

cheminement

dégradation progressive de la surface d'un matériau isolant solide par des décharges locales formant des chemins conducteurs

[VEI 212-01-42]

NOTE Le cheminement est causé habituellement par une contamination superficielle.

3.55**rated voltage**

value of voltage assigned by the manufacturer, for a specified operating condition of a component, device or equipment

NOTE Equipment may have more than one rated voltage value or may have a rated voltage range.

3.56**reinforced insulation**

insulation of hazardous live parts which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation

NOTE Reinforced insulation may comprise several layers which cannot be tested singly as basic insulation or supplementary insulation.

[IEV 195-06-09]

3.57**restricted access area**

area accessible only to electrically skilled persons and electrically instructed persons with the proper authorization and knowledge of any safety hazards

[IEV 195-04-04, modified]

NOTE These areas include closed switch plants, distribution plants, switchgear cells, transformer cells, distribution systems in metal-sheet enclosures or in other closed installations.

3.58**routine test**

conformity test made on each individual item during or after manufacture

[IEV 151-16-17]

3.59**screen****shield (US)**

conductive part that encloses or separates electric circuits and/or conductors

3.60**SELV circuit**

(separated/safety extra low voltage circuit)

see Table A.1

3.61**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

[IEV 195-06-07, modified]

3.62**tracking**

progressive degradation of the surface of a solid insulating material by local discharges to form conducting or partially conducting paths

[IEV 212-01-42]

NOTE Tracking usually occurs due to surface contamination.

3.63

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée, pour vérifier si ces dispositifs sont conformes aux exigences de la norme concernée

[VEI 851-02-09]

3.64

utilisateur

personnel possédant la formation et l'expérience appropriées nécessaires pour connaître les risques auxquels il est exposé pendant l'exploitation de l'équipement dans une zone d'accès limité, et les mesures pour réduire au minimum le danger pour lui et les autres personnes

3.65

tenue

état de résistance de l'équipement à l'environnement correspondant ou à la condition d'essai correspondante (par exemple tension de choc)

3.66

tension de fonctionnement

valeur efficace maximale de la tension c.a. ou c.c. qui peut apparaître sur toute partie isolante lorsque l'équipement est alimenté sous sa tension nominale

NOTE 1 les transitoires ne sont pas pris en compte.

NOTE 2 Sont pris en compte les fonctionnements normaux et en circuit ouvert.

4 Exigences générales de sécurité

L'équipement ne doit pas compromettre la sécurité des biens et des personnes.

La protection contre les chocs électriques pour l'équipement de Classe I, II ou III est applicable aux parties accessibles en conditions normales d'utilisation.

Les circuits TBT, PEB, TBTP et TBTS fournissent une protection contre les chocs électriques provoqués par des tensions actives dangereuses; ces circuits ne sont pas nécessairement liés aux Classes d'équipement I, II ou III.

4.1 Exigences de mise à la terre (mise à la terre et protection par écran)

La mise à la terre de l'équipement est requise non seulement pour réduire les effets des interférences, mais aussi, et surtout, pour des raisons de sécurité des personnes. Lorsqu'il y a conflit entre ces deux exigences, la sécurité des personnes doit toujours primer.

Pour l'équipement de Classe II, il ne doit pas y avoir de possibilité de connecter un conducteur de protection, et on ne doit pas compter sur les conditions d'installation pour assurer la sécurité. Il est cependant permis de connecter un câble de mise à la terre à un matériel de Classe II pour des besoins fonctionnels (CEM par exemple); voir Tableau A.2.

5 Protection contre les chocs électriques

5.1 Exigences de protection contre les chocs électriques

Les utilisateurs devront être protégés contre les dangers de chocs électriques par l'application de bonnes pratiques en matière de construction et d'ingénierie.

Les essais des composants et de l'équipement en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques doivent être réalisés en tant qu'essais de type et essais individuels de série tels que définis à l'Article 10.

3.63**type test**

test of one or more devices made to a given design, to check if these devices comply with the requirements of the standard concerned

[IEV 851-02-09]

3.64**user**

personnel with the appropriate training and experience necessary to be aware of hazards to which they are exposed when operating the equipment in a restricted access area and of measures to minimize the danger to themselves and other persons

3.65**withstand**

state of survival of the equipment to the related imposed environmental or test condition (for example, impulse voltage)

3.66 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.

4 General safety requirements

The equipment shall not jeopardize the safety of people and property.

Protection against electric shock for Class I, II or III equipment is applicable to those parts accessible under normal operational use.

ELV, PEB, PELV and SELV circuits provide protection from electric shock by hazardous live voltages, and are not necessarily related to Class I, II or III equipment class.

4.1 Earthing requirements (grounding, earthing and screening)

Earthing in equipment is required not only to reduce the effects of interference, but also, and more importantly, for reasons of personnel safety. Where there is any conflict between these two requirements, personnel safety shall always take precedence.

For Class II equipment there shall be no provision for a protective conductor or reliance upon installation conditions, for safety purposes. It is, however, permissible to connect an earth/ground conductor to Class II equipment for functional (for example, EMC) purposes (see Table A.2).

5 Protection against electric shock**5.1 Requirements for protection against electric shock**

Users shall be protected against electric shock hazards by use of good constructional and engineering practice.

The testing of components and equipment with regard to protection against electric shock shall be conducted as type tests and routine tests as defined in Clause 10.

La protection contre le contact avec des parties actives accessibles dangereuses sous tension doit être prévue.

Toute partie conductrice qui n'est pas séparée des parties actives dangereuses sous tension par au moins une isolation principale doit être considérée comme étant sous tension.

Une partie métallique accessible est considérée comme étant conductrice si sa surface est dénudée ou est couverte par une couche isolante qui n'est pas conforme aux exigences d'une isolation principale.

Une condition de premier défaut appliquée à l'équipement ne doit pas engendrer un danger de choc électrique.

Les parties conductrices accessibles non mises à la terre qui pourraient devenir dangereuses sous tension dans une condition de premier défaut doivent être séparées des parties dangereuses sous tension par une isolation double ou renforcée ou être connectées à un conducteur de protection ou encore être conformes aux exigences de 5.1 à 5.1.10.

L'Annexe A couvre les classes d'isolement de l'équipement.

L'Annexe D permet de déterminer les distances dans l'air et les lignes de fuite, ainsi que les tensions de tenue lors des essais de type.

5.1.1 Parties accessibles

A moins que cela ne soit évident, la détermination de «l'accessibilité» d'une partie en conditions normales d'utilisation doit être faite comme indiqué ci-dessous et en 5.1.1.1.

Les circuits destinés à être connectés à un circuit externe accessible doivent être considérés comme parties conductrices accessibles, par exemple les circuits de communication.

Des doigts d'épreuve appropriés comme indiqué en 5.1.1.1 doivent être appliqués sans force à moins qu'une force ne soit spécifiée. Les parties sont considérées comme étant accessibles si elles peuvent être touchées avec un doigt ou une aiguille, ou si leur couvercle ne constitue pas une protection adéquate lorsqu'il est touché en conditions normales d'utilisation (voir note ci-dessous).

Lorsque des parties ou des circuits conducteurs accessibles sont séparés d'autres parties par une double isolation ou par une isolation renforcée, et lorsque ces parties sont shuntées par des composants conformément à 5.1.4, les parties ou les circuits accessibles doivent être conformes aux limites actuelles de 5.1.2.1 en conditions normales, et de 5.2.4.1.1 en condition de premier défaut. Ces exigences doivent s'appliquer après un test diélectrique.

Pour les parties dangereuses sous tension dont la tension relative à la terre dépasse 1 kV r.m.s. ou 1,5 kV c.c., une partie est considérée comme étant «accessible» si le doigt ou l'aiguille d'épreuve atteint un point plus proche de la partie dangereuse sous tension que la distance dans l'air applicable pour une isolation principale à la tension de travail déterminée à partir de la CEI 60664-1 (voir 5.1.5.4).

Pour l'équipement qui accepte des modules enfichables, les parties sont considérées comme étant «accessibles» si elles peuvent être touchées avec le doigt d'épreuve articulé (voir 5.1.1.1.1) jusqu'à une profondeur de 180 mm à partir du point d'ouverture de l'équipement.

NOTE Les matériaux pouvant facilement être endommagés ne sont pas considérés comme fournissant une isolation adéquate. Il s'agit par exemple de la laque, de l'émail, des couches d'oxyde ou anodiques. Les matériaux hygroscopiques non imprégnés tels que le papier, les fibres ou les matériaux fibreux ne sont pas non plus considérés comme fournissant une isolation adéquate.

Protection against contact with accessible hazardous live parts shall be provided.

Any conductive part that is not separated from the hazardous live parts by at least basic insulation shall be considered to be a live part.

A metallic accessible part is considered to be conductive if its surface is bare or is covered by an insulating layer which does not comply with the requirements of basic insulation.

A single-fault condition applied to the equipment shall not cause an electric shock hazard.

Unearthed accessible conductive parts which may become hazardous live under a single-fault condition shall be separated from hazardous live parts by double or reinforced insulation or be connected to the protective conductor or meet the requirements of 5.1 to 5.1.10.

Annex A covers equipment isolation class.

Annex D is for the determination of clearance and creepage distance and withstand type test voltages.

5.1.1 Accessible parts

Unless obvious, determination of whether a part is "accessible", under normal operational use, shall be made as specified below and in 5.1.1.1.

Circuits intended to be connected to an external accessible circuit shall be considered as accessible conductive parts, for example communication circuits.

Appropriate test fingers, as specified in 5.1.1.1, shall be applied without force unless a force is specified. Parts are considered to be "accessible" if they can be touched with a finger or pin, or if the covering does not provide suitable protection when touched under normal operational use (see note below).

Where accessible conductive parts or circuits are separated from other parts by double insulation or reinforced insulation that is bridged by components in accordance with 5.1.4, the accessible parts or circuits shall comply with current limits in 5.1.1.2.1 for the normal operational condition and 5.2.4.1.1 for a single-fault condition. These requirements shall apply after dielectric voltage testing.

For hazardous live parts at a voltage relative 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 at the working voltage determined from IEC 60664-1 (see 5.1.5.4).

For equipment accepting plug-in modules, parts are considered to be "accessible" if they can be touched with the jointed test finger (see 5.1.1.1.1) up to a depth of 180 mm from the opening in the equipment.

NOTE Materials which can easily be damaged are not considered to provide suitable insulation (for example, lacquer, enamel, oxides and anodic films). Non-impregnated hygroscopic materials, such as paper, fibres, fibrous material, are also not considered to provide suitable insulation.

5.1.1.1 Détermination des parties accessibles

Si l'utilisateur doit exécuter des actions en conditions normales d'utilisation, avec ou sans l'aide d'outils (par exemple un tournevis, une pièce, une clef, etc.), qui augmenteront l'accessibilité des parties, ces actions doivent être exécutées avant d'effectuer les examens de 5.1.1.1.1 à 5.1.1.1.3. Voici quelques exemples d'actions:

- retirer les couvercles;
- ajuster les commandes;
- remplacer les pièces d'usure;
- enlever les pièces.

5.1.1.1.1 Examen général

Les doigts d'épreuve articulés (voir Figure F.2) doivent être appliqués dans toutes les positions possibles. Si une partie peut devenir accessible en appliquant une force, le doigt d'épreuve rigide (voir Figure F.1) doit être appliqué avec une force de 10 N. La force doit être exercée par la pointe du doigt d'épreuve pour éviter le coincement et l'effet de levier. Le test doit être appliqué à toutes les surfaces extérieures, y compris le fond.

5.1.1.1.2 Ouvertures au-dessus des parties fermées par l'enveloppe et dangereuses sous tension

Une aiguille d'épreuve en métal de 100 mm de long et de 4 mm de diamètre doit être insérée dans toutes les ouvertures de l'enveloppe de l'équipement, au-dessus des pièces qui sont dangereuses sous tension (l'aiguille d'épreuve doit être suspendue librement). L'aiguille d'épreuve doit pénétrer jusqu'à 100 mm. Ce test ne doit pas s'appliquer pas aux bornes des connecteurs.

5.1.1.1.3 Ouvertures pour le paramétrage des commandes

Une aiguille d'épreuve en métal de 3 mm de diamètre doit être insérée dans les trous de l'enveloppe de l'équipement prévus pour accéder aux commandes pré-réglées qui requièrent l'utilisation d'un tournevis ou d'un autre outil. L'aiguille d'épreuve doit être appliquée dans toutes les directions possibles à travers le trou. La pénétration ne doit pas dépasser trois fois la distance entre la surface de l'enveloppe de l'équipement et la manette de commande ou 100 mm (on choisira la distance la plus courte).

5.1.1.1.4 Parties actives TBT, accessibles lorsque le couvercle est retiré

Si des parties actives de type TBT, telles que des batteries remplaçables ou des contacts de relais électromécaniques par exemple, sont accessibles quand le couvercle est retiré sans l'aide d'un outil, une étiquette d'avertissement est nécessaire. Elle doit être visible lorsque le couvercle est retiré. Cet avertissement doit comporter les symboles 14 et/ou 12 du Tableau 9.

5.1.1.1.5 Bornes pour fils électriques

Les bornes pour fils électriques qui se trouvent derrière un panneau, ou dans une zone à accès limité, et qui ne peuvent être touchées en fonctionnement normal doivent être considérées comme étant non accessibles. Cependant, et à minima, il convient qu'une protection de type IP1X suivant 5.1 de la CEI 60529 soit mise en place afin d'éviter un choc électrique du à un contact accidentel.

Si une protection de type IP1X suivant 5.1 de la CEI 60529 n'est pas assurée, alors le symbole d'avertissement 12 du Tableau 9 doit être utilisé à proximité des bornes accessibles dangereuses sous tension.

5.1.1.1 Determination of accessible parts

If the user is intended to perform any actions in normal operational use, with or without the aid of a tool (for example, a screwdriver, a coin, a key, etc.), which will increase the accessibility of parts, such actions shall be taken before performing the examinations of 5.1.1.1.1 to 5.1.1.1.3. Examples include

- removing covers;
- adjusting controls;
- replacing consumable material;
- removing parts.

5.1.1.1.1 General examination

The jointed test finger (see Figure F.2) shall be applied in every possible position. Where a part could become accessible by applying a force, the rigid test finger (see Figure F.1) shall be applied with a force of 10 N. The force shall be exerted by the tip of the test finger so as to avoid wedge and lever action. The test shall be applied to all outer surfaces, including the bottom.

5.1.1.1.2 Openings above parts, enclosed by the case, which are hazardous live

A metal test pin 100 mm long and 4 mm in diameter shall be inserted in any openings in the equipment case, above parts (the test pin shall be freely suspended) which are hazardous live. The test pin shall penetrate up to 100 mm. This test shall not be applied to terminals.

5.1.1.1.3 Openings for pre-set controls

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

5.1.1.1.4 ELV rated or live parts accessible when cover removed

If ELV rated or live parts, such as replaceable batteries or electromechanical relay contacts, are accessible when the cover is removed without the aid of a tool, then a warning label is required, visible when the cover is removed. This warning shall comprise Table 9 symbols 14 and/or 12.

5.1.1.1.5 Wiring terminals

Wiring terminals which are behind a panel, or in a restricted access area, and cannot be touched in normal operational use shall be deemed non-accessible. However, at least protective type IP1X according to 5.1 of IEC 60529 should be provided to prevent electric shock due to accidental contact.

If at least protective type IP1X, according to 5.1 of IEC 60529, is not provided then warning symbol 12, Table 9, shall be used in the vicinity of exposed hazardous live wiring terminals.

La conformité avec 5.1.1 et 5.1.1.1.5 doit être démontrée par une inspection visuelle ou un test.

5.1.1.2 Limites permises pour les parties accessibles

La tension, l'intensité, la charge ou l'énergie entre une partie accessible et la terre test de référence, ou entre deux parties accessibles d'un même équipement dans les limites d'une distance de 1,8 m (dans l'air ou sur une surface), ne doit pas dépasser les valeurs de 5.1.1.2.1 en conditions normales ni celles de 5.2.4.1.1 en condition de premier défaut.

5.1.1.2.1 Valeurs en conditions d'utilisation normales

Les valeurs dépassant les niveaux de a) à c) ci dessous en conditions d'utilisation normales sont considérées comme dangereuses sous tension. Les limites des points b) et c) ci-dessous s'appliquent uniquement si la tension dépasse les valeurs du point a).

a) Niveaux de tension: 33 V c.a. ou 70 V c.c.

Pour l'équipement qualifié pour être utilisé dans des lieux humides, les niveaux de tension sont de 25 V c.a. ou 37,5 V c.c.

b) Niveaux de courant

Tableau 1 – Niveaux de courant en conditions normales

Emplacement de l'installation	Figure 3/Figure 4 de la CEI 60990 Circuit de mesure devant être utilisé	Ondes sinusoïdales mA r.m.s.	Ondes non sinusoïdales ou à fréquence mixte mA crête	mA c.c.
Sec	Figure 4	0,5	0,7	2
Humide	Figure 3 avec $R_s = 375 \Omega$ (au lieu de 1500Ω)	0,5	0,7	2
Sec	Figure 3 avec $R_B = 75 \Omega$ Se réfère à de possibles brûlures dans la gamme de fréquences allant de 30 kHz à 500 kHz	70	-----	-----

c) Charge ou énergie des capacités

Tableau 2 – Charge ou énergie des capacités en conditions normales

Niveau maximum	Pour les tensions crête ou d.c.
45 μC	Jusqu'à 15 kV
350 mJ	$\geq 15 \text{ kV}$
NOTE La Figure I.2 montre la tension maximale acceptable pour la valeur de capacité, tant pour une utilisation en condition normale que pour une condition de premier défaut.	

5.1.2 Protection contre le contact avec des parties actives dangereuses

La protection contre le contact direct avec des parties actives accessibles dangereuses doit être fournie par une isolation adéquate, l'enveloppe de l'équipement ou une barrière.

5.1.2.1 Isolation

Les contraintes d'isolation doivent être déterminées après prise en considération des facteurs d'influence suivants:

Compliance with 5.1.1 to 5.1.1.1.5 shall be demonstrated by visual inspection or test.

5.1.1.2 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 5.1.1.2.1 in normal operational condition, nor those of 5.2.4.1.1 in single-fault condition.

5.1.1.2.1 Values in normal operational condition

Values exceeding the levels/limits of a) to c) below, in normal operational condition, are deemed to be hazardous live. The limits of b) and c) below apply only if the voltage exceeds the values of item a).

a) Voltage levels: 33 V a.c. or 70 V d.c.

For equipment rated for use in wet locations, the voltage levels are 25 V a.c. or 37,5 V d.c.

b) Current levels

Table 1 – Current levels in normal operational condition

Installation location	Figure 3/Figure 4 of IEC 60990 Measurement circuit to be used	Sinusoidal waveforms mA r.m.s	Non-sinusoidal or mixed frequency waveforms mA peak	mA d.c.
Dry	Figure 4	0,5	0,7	2
Wet	Figure 3 with $R_S = 375 \Omega$ (instead of 1 500 Ω)	0,5	0,7	2
Dry	Figure 3 with $R_B = 75 \Omega$ Relates to possible burns in the frequency range 30 kHz to 500 kHz	70	-----	-----

c) Charge or energy of capacitance levels

Table 2 – Charge or energy of capacitance levels in normal operational condition

Maximum level	For peak or d.c. voltages
45 μC	Up to 15 kV
350 mJ	≥ 15 kV
NOTE Figure I.2 shows the maximum acceptable voltage for the capacitance value for both normal operational use and single-fault condition.	

5.1.2 Protection from contact with hazardous live parts

Protection against direct contact with accessible hazardous live parts shall be provided by adequate insulation, the equipment case or a barrier.

5.1.2.1 Insulation

The insulation requirements shall be determined after consideration of the following influencing factors:

- tension nominale du circuit considéré (voir Annexe B);
- catégorie de surtension (voir Annexes C et D);
- degré de pollution (voir Annexe D);
- niveau d'isolation, par exemple TBT, TBTS, TBTP, ou PEB (voir Annexe A);
- exigence d'isolation (voir Annexes A et D).

5.1.2.2 Barrières et enveloppe de l'équipement

Les parties actives dangereuses doivent être situées à l'intérieur de l'enveloppe de l'équipement ou derrière des barrières qui doivent être au moins conformes aux exigences du type de protection IP2X conformément à 5.1 de la CEI 60529, de telle façon qu'elles ne soient pas accessibles en condition d'utilisation normale. Si un couvercle est retiré sans l'aide d'un outil, le symbole d'avertissement 12 du Tableau 9 doit être visible.

Les surfaces supérieures des barrières qui sont accessibles en condition d'utilisation normale doivent être conformes au moins au type de protection IP4X, conformément à 5.1 de la CEI 60529. Toutes ces barrières doivent avoir une résistance mécanique, une stabilité et une durabilité suffisantes pour maintenir le degré de protection spécifié et être solidement fixées de telle façon qu'elles ne puissent être enlevées sans l'aide d'un outil.

Les parties actives dangereuses qui pourraient être touchées accidentellement lorsque les réglages, etc. sont modifiés manuellement, doivent être conformes au type de protection IP2X, conformément à 5.1 de la CEI 60529.

NOTE IP2X fournit une protection des doigts alors que IP4X fournit une protection contre l'entrée d'un câble de 1 mm de diamètre.

La conformité avec 5.1.2.2 est vérifiée en utilisant le doigt d'épreuve spécifié à l'Annexe F.

5.1.2.3 Connexions de sortie actives dangereuses utilisant des fils multibrins

L'extrémité d'un fil multibrin ne doit pas être consolidée par une soudure tendre aux endroits où le fil est sujet à une pression de contact, à moins que la méthode de serrage ne soit conçue pour réduire l'éventualité d'un mauvais contact dû au fluage de la brasure. Les bornes à ressort qui compensent le fluage sont considérées comme satisfaisantes pour cette exigence. Le fait d'empêcher la rotation des vis de serrage n'est pas considéré comme adéquat.

Les bornes doivent être situées, protégées ou isolées de telle façon que si le brin d'un câble flexible se libère quand le câble est installé il n'y ait pas de risque de contact accidentel entre ce brin et

- des parties conductrices accessibles; ou
- des parties conductrices non mises à la terre, séparées des parties conductrices accessibles par une isolation supplémentaire uniquement.

Un brin libre d'une longueur nominale de 8 mm est normalement utilisé pour évaluer ce risque.

Si le constructeur détermine qu'il y a un risque, une recommandation doit être faite dans la documentation et le symbole d'avertissement 14 du Tableau 9 doit être marqué sur l'équipement. Ce risque peut être éliminé en utilisant une borne à sertissage isolée ou un câble à un seul brin.

La conformité avec 5.1.2.3 est vérifiée par inspection.

- nominal rated voltage of the circuit under consideration (see Annex B);
- overvoltage category (see Annexes C and D);
- pollution degree (see Annex D);
- isolation level, for example, ELV, SELV, PELV, or PEB (see Annex A);
- insulation prescription (see Annexes A and D).

5.1.2.2 Equipment case and barriers

Hazardous live parts shall be located within the equipment case or behind barriers that meet at least the requirements of the protective type IP2X according to 5.1 of IEC 60529, such that they are not accessible in normal operational use. If a cover is removed without the use of a tool then warning symbol 12 from Table 9 shall then be visible.

The top surfaces of barriers that are accessible in normal operational use shall meet at least the requirements of the protective type IP4X according to 5.1 of IEC 60529. Any such barriers shall have sufficient mechanical strength, stability and durability to maintain the specified degree of protection and be firmly secured in place in such a way that it may only be removed by the use of a tool.

Hazardous live parts which may be accidentally touched when manually changing settings etc., shall meet at least the requirements of protective type IP2X according to 5.1 of IEC 60529.

NOTE IP2X provides finger protection while IP4X provides protection against entry of a 1 mm diameter wire.

Compliance with 5.1.2.2 is checked using a test finger as specified in Annex F.

5.1.2.3 Hazardous live terminations using stranded wire

The end of a stranded wire shall not be consolidated by soft soldering at places where the wire is subject to contact pressure, unless the method of clamping is designed so as to reduce the likelihood of a bad contact due to cold flow of the solder. Spring terminals that compensate for the cold flow are deemed to satisfy this requirement. Preventing the clamping screws from rotating is not considered to be adequate.

Terminals shall be located, guarded or insulated so that, should a strand of a flexible wire escape when the wire is fitted, there is no likelihood of accidental contact between such a strand and

- accessible conductive parts; or
- unearthed conductive parts separated from accessible conductive parts by supplementary insulation only.

A loose strand of 8 mm nominal length is normally considered for assessing this risk.

If the manufacturer determines that there is a risk, a recommendation shall be given in the documentation and a warning symbol 14 from Table 9 marked on the equipment. The risk can be eliminated, for example, by the use of an insulated crimp terminal or a single-strand wire.

Compliance with 5.1.2.3 is checked by inspection.

5.1.3 Décharge des condensateurs

Après avoir déconnecté l'équipement, les condensateurs doivent être déchargés en 5 s jusqu'à une charge résiduelle de 50 μC ou une tension de 20 V. Dans le cas de l'équipement installé, lorsque les appareils de prise mâle et femelle peuvent être touchés et débranchés alors qu'ils sont sous tension, sans l'utilisation d'outils, les condensateurs doivent être déchargés en 1 s jusqu'à une charge de 50 μC ou une tension de 20 V.

En ce qui concerne les deux cas de déchargement ci-dessus, les essais doivent se faire par calcul de l'énergie ou par mesure de la tension, 5 s ou 1 s après avoir débranché l'équipement. Si plusieurs condensateurs sont interconnectés dans le circuit, on doit en tenir compte lors des calculs.

Si les paramètres ci-dessus ne peuvent pas être respectés en raison de contraintes de conception, il doit y avoir un avertissement facilement visible sur l'équipement, signalant que les condensateurs doivent être déchargés en sécurité pendant la mise hors service.

La conformité avec 5.1.3 est vérifiée par calcul ou par mesure.

5.1.4 Impédance de protection

Pour que les parties conductrices accessibles non mises à la terre ne puissent pas devenir dangereuses sous tension suite à une condition de premier défaut, l'impédance de protection doit être au moins l'un des éléments suivants.

- Un composant unique de haute intégrité approprié. Des exemples en sont les condensateurs de tenue à haute tension et des résistances d'une capacité nominale minimale de 3 250 V r.m.s. pendant au moins 1 min ET aussi conformes aux exigences de 5.1.1.2.1 en condition d'utilisation normale, et 5.2.4.1.1 en condition de premier défaut.

Le taux de puissance, à la température maximale, d'une résistance de haute intégrité doit être au moins égal à deux fois celui de la puissance dissipée par la résistance dans les conditions d'utilisation normale. Si le mode de défaillance prédominant est le court-circuit, alors un composant unique ne peut pas être utilisé.

- Une combinaison de composants, par exemple deux condensateurs de type Y en série, chacun étant dimensionné pour la tension totale de travail aux bornes de la paire. Chaque capacité doit avoir la même valeur de capacité et une tenue diélectrique d'au moins 2 000 V r.m.s., 1 min. Cela fournit une protection principale dans le cas d'une condition de premier défaut.
- Une combinaison d'isolation principale et un appareil limitant le courant ou la tension.

NOTE 1 Il est permis qu'une double isolation ou une isolation renforcée soit shuntée par des composants conformes aux exigences d'une impédance de protection.

NOTE 2 Pour les deux premiers éléments de la liste ci-dessus, la conformité avec une impédance de protection peut être démontrée par l'application des tests de tension appropriés pour une isolation double/renforcée des Tableaux D.7 à D.10 pour une altitude de 2 000 m. Pour des tests à des altitudes autres que 2 000 m, il convient que le test de tension soit ajusté conformément au Tableau D.11.

Les composants, fils et connexions auront une valeur assignée conforme aux exigences tant en condition d'utilisation normale qu'en condition de premier défaut approprié.

La conformité des composants avec 5.1.4 et toute isolation principale associée doit être vérifiée après une évaluation ou test d'état en condition de premier défaut conformément à 10.5.4.5. Toute isolation principale associée doit être vérifiée par évaluation, mesure ou test conformément aux Annexes D et E.

5.1.3 Discharge of capacitors

After switching off the equipment, capacitors shall be discharged within 5 s to a residual charge of 50 μC or to a voltage of 20 V. In the case of installed equipment, where the voltage at the plug-and-socket devices can be touched and these devices may be pulled out when live, without the use of tools, the capacitors shall be discharged within 1 s to a charge of 50 μC , or to a voltage of 20 V.

With respect to the above two discharge cases, testing shall be by calculation of the energy, or measurement of the voltage, 5 s or 1 s after switching off the equipment. Where several capacitors are interconnected throughout the circuit, this shall be allowed for in such calculations.

If the above parameters cannot be complied with, due to design constraints, there shall be an easily observable warning on the equipment that such capacitors should be safely discharged during decommissioning.

Compliance with 5.1.3 is checked by calculation or measurement.

5.1.4 Protective impedance

A protective impedance shall be one or more of the following so that unearthed accessible conductive parts cannot become hazardous live as a result of a single-fault condition.

- An appropriate high-integrity single component. Examples are high-voltage withstand capacitors and resistors rated at a minimum of 3 250 V r.m.s. for at least 1 min and also meeting the requirements of 5.1.1.2.1 under the normal operational condition and 5.2.4.1.1 under a single-fault condition.

The power rating, at maximum ambient temperature, of a high-integrity resistor, shall be at least twice that of the resistor dissipation, under the normal operational use. If the predominant failure mode of the component is short circuit, then a single component shall not be used.

- A combination of components, for example, two Y rated capacitors in series, each rated for the total working voltage across the pair. Each capacitor shall have the same nominal capacitance value and a withstand voltage rating of at least 2 000 V r.m.s., 1 min. This provides basic protection against electric shock in the case of a single-fault condition.
- A combination of basic insulation and a current- or voltage-limiting device.

NOTE 1 It is permissible for double insulation or reinforced insulation to be bridged by components meeting the requirement for protective impedance.

NOTE 2 For the first two bulleted items, compliance with protective impedance can be demonstrated by application of the appropriate voltage test for double/reinforced insulation in Tables D.7 to D.10 for an altitude of 2 000 m. For test altitudes other than 2 000 m, the test voltage should be adjusted in accordance with Table D.11.

Components, wires and connections shall be rated according to the requirements for both normal operational use and appropriate single-fault conditions.

Compliance of components with 5.1.4 and any associated basic insulation shall be checked after a single-fault condition assessment or test according to 10.5.4.5. Any associated basic insulation shall be checked by assessment, measurement or testing in accordance with Annexes D and E.

5.1.5 Liaison au conducteur de protection

5.1.5.1 Isolation entre parties actives et parties conductrices accessibles

Les parties conductrices accessibles doivent être reliées à la borne du conducteur de protection si elles peuvent devenir dangereuses sous tension en cas de condition de premier défaut des moyens de protection primaire, tel que spécifié en 5.1.1. Autrement, ces parties «accessibles» doivent être séparées des parties qui sont dangereuses sous tension par un écran de protection conducteur ou une barrière reliée à la borne du conducteur de protection. Pour l'équipement de mesures et d'essai, une liaison indirecte est permise comme alternative à la liaison directe.

Les parties conductrices accessibles non mises à la terre, telles que les portes ou volets, les poignées, etc. doivent être conformes à l'un des critères suivants.

- Les parties conductrices accessibles non mises à la terre n'ont pas besoin d'être reliées au conducteur de protection si elles sont séparées de toutes les parties actives dangereuses par une double isolation ou par une isolation renforcée.
- Equipement de protection de Classe I. Au minimum est requise une isolation principale entre les parties conductrices accessibles non mises à la terre et les parties actives, à condition que l'isolation ne puisse pas être réduite en dessous d'une isolation principale dans une condition de premier défaut (y compris l'impact mécanique, les fils et les bornes détachés, etc.). Une rétention mécanique⁶ peut être utilisée pour assurer le maintien de l'isolation principale en condition de premier défaut.

La vérification des distances dans l'air doit être réalisée par mesurage, dans le cas où il y aurait un doute.

5.1.5.2 Liaison de protection

Les parties conductrices accessibles doivent être reliées au conducteur de protection; cela n'est cependant pas essentiel lorsqu'une des conditions suivantes s'applique.

- Lorsque les parties conductrices accessibles non mises à la terre sont exclusivement en relation avec des circuits électriques avec protection en cas de contact direct conformément à 5.1.2, et que la tension ne dépasse pas les limites de la TBT (voir Annexe A).
- Lorsque des noyaux magnétiques sont utilisés, par exemple des transformateurs, des bobines d'arrêt et des contacteurs.
- Lorsque les parties conductrices accessibles non mises à la terre sont de petites dimensions, qu'en utilisation normale elles ne sont pas supposées être saisies et qu'il y a peu de probabilités de contact, et qu'elles sont séparées des parties dangereuses sous tension par au moins une isolation principale.

5.1.5.3 Liaison des parties connectées au conducteur de protection

Voir 10.5.3.4 pour les exigences d'essai des liaisons de protection.

La conception de l'équipement doit assurer qu'aucune peinture ou revêtement des surfaces à l'intérieur du circuit de liaison de protection à la terre n'affectera la résistance de la liaison de protection de ce circuit.

⁶ Les vis ou les écrous avec des rondelles de sécurité ne sont pas considérés comme pouvant se desserrer, pas plus que les fils qui sont fixés mécaniquement par soudure uniquement.

5.1.5 Bonding to the protective conductor

5.1.5.1 Insulation between live parts and exposed conductive parts

Accessible conductive parts shall be bonded to the protective conductor terminal if they could become hazardous live in the case of a single fault of the primary protective means specified in 5.1.1. 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. For measuring and test equipment, indirect bonding is permitted as an alternative to direct bonding.

Unearthed accessible conductive parts such as equipment doors or flaps, handles, etc. shall meet one of the following criteria.

- Unearthed accessible conductive parts need not be bonded to the protective conductor if they are separated from all hazardous live parts by double insulation or reinforced insulation.
- Equipment of protective Class I. A minimum of basic insulation between the unearthed accessible conductive part and live parts, provided that the insulation cannot be reduced to less than basic insulation by any single fault including mechanical impact, loose wires and terminals etc. Mechanical retention⁶ can be used to ensure maintenance of basic insulation under a single-fault condition.

Verification of clearance shall be made by measurement, where there is any doubt of compliance.

5.1.5.2 Protective bonding

Exposed conductive parts shall be bonded to the protective conductor; it is not, however, essential when one of the following applies.

- When unearthed accessible conductive parts are exclusively related to electrical circuits with protection in case of direct contact according to 5.1.2, and the voltage does not exceed ELV limits (see Annex A).
- When magnetic cores are used, for example, transformers, chokes and contactors.
- The unearthed accessible conductive parts are of small dimensions which in normal operational use are not intended to be grasped and which have a low probability of contact and are separated from hazardous live parts by at least basic insulation.

5.1.5.3 Bonding of parts connected to the protective conductor

See 10.5.3.4 for protective bonding test requirements.

The equipment design should ensure that any painting or coating of surfaces within the protective earth bonding circuit shall not affect the protective bonding resistance of that circuit.

⁶ 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.

5.1.5.4 Protection contre la corrosion

Les parties conductrices en contact au niveau des bornes et des connexions de protection de mise à la terre ne doivent être sujettes à une corrosion significative due à l'action électromécanique dans aucune condition d'environnement de travail, de stockage ou de transport comme indiqué dans les instructions fournies avec l'équipement.

La résistance à la corrosion peut être obtenue par un processus adéquat d'électrodéposition ou de revêtement.

La conformité avec 5.1.5.4 est vérifiée par détermination de la différence de potentiel électromécanique entre métaux différents et aussi par inspection après avoir réalisé normalement l'essai de type de chaleur humide.

5.1.5.5 Interruption de la liaison de protection

Lorsque la connexion de protection au sous-ensemble d'un équipement est faite par un appareil de prise mâle et femelle actif ou conducteur, la connexion de protection ne doit pas être coupée avant les conducteurs sous tension. Lors de la reconnexion, le conducteur de protection doit être reconnecté avant la connexion sous tension, ou au moins en même temps que les conducteurs sous tension.

5.1.6 Connexion du conducteur de protection

Les équipements qui ont une liaison de protection interne doivent avoir des moyens de connexion pour le conducteur de protection externe, de préférence près des bornes pour les conducteurs sous tension respectifs.

La borne du conducteur de protection doit être résistante à la corrosion. Elle doit pouvoir accueillir des câbles d'une section identique à celle du circuit de l'équipement (avec la valeur nominale la plus haute de l'élément courant/protection) qui pourrait causer un défaut à la terre.

Les moyens de connexion pour le conducteur de protection ne doivent pas être utilisés comme une partie de l'assemblage mécanique de l'équipement.

5.1.7 Courant de fuite élevé

Lorsqu'un équipement présente un courant de fuite continu de plus de 3,5 mA c.a. ou 10 mA c.c. en condition d'utilisation normale, l'arrivée de l'alimentation doit être connectée comme pour un équipement connecté en permanence (voir J.1); cela doit être indiqué sur la documentation de l'équipement.

Toutes les mesures de courant doivent être effectuées en utilisant le circuit de mesure de la Figure 4 de la CEI 60990. L'équipement doit être isolé de la terre/sol et le circuit de mesure doit être connecté entre la borne du conducteur de protection et le conducteur de protection.

5.1.8 Isolation solide

5.1.8.1 Généralités

L'isolation solide doit être conçue pour résister aux contraintes subies, en particulier les contraintes mécaniques, électriques, thermiques et climatiques qui peuvent se produire en conditions d'utilisation normale et elle doit avoir une résistance au vieillissement suffisante pour la durée de vie de l'équipement.

L'isolation solide doit être conçue pour supporter les vibrations mécaniques ou les chocs qui peuvent se produire pendant le transport, le stockage, l'installation et l'utilisation.

5.1.5.4 Protection against corrosion

Conductive parts in contact at protective earthing terminals and connections shall not be subject to significant corrosion due to electrochemical action in any working, storage or transport environment conditions as specified in the instructions supplied with the equipment.

Corrosion resistance can be achieved by a suitable plating or coating process.

Compliance with 5.1.5.4 is checked by determination of the electrochemical potential difference between the dissimilar metals, also by inspection after the normally conducted damp heat type test.

5.1.5.5 Interruption of protection bonding

Where the protective connection to a subassembly of equipment is made by a plug-and-socket device when it is live or conducting, the protective connection shall not be broken before the live conductors. On re-connection, the protective conductor shall re-connect before the live connection or, at the latest, together with the live conductors.

5.1.6 Protective conductor connection

Equipment with internal protective bonding shall have means of connection for the external protective conductor, preferably near to the terminals for the respective live conductors.

The protective conductor terminal shall be corrosion-resistant. It shall be capable of accommodating cables of at least the same cross-sectional area as the equipment circuit with the highest current/protection element rating, which may cause an earth fault.

The means of connection for the protective conductor shall not be used as a part of the mechanical assembly of the equipment.

5.1.7 High leakage current

Where an equipment has a continuous leakage current of more than 3,5 mA a.c. or 10 mA d.c. in normal operational use, the supply input shall be connected as for permanently connected equipment (see Clause J.1); this shall be stated in the equipment documentation.

Any current measurements shall be performed using the measuring circuit in Figure 4 of IEC 60990. The equipment shall be isolated from earth/ground and the measuring circuit connected between the protective conductor terminal and the protective conductor.

5.1.8 Solid insulation

5.1.8.1 General

Solid insulation shall be designed to resist the stresses which occur, especially mechanical, electrical, thermal and climatic stresses that are to be expected in normal operational use, and it shall have a sufficient resistance to ageing during the lifetime of the equipment.

Solid insulation shall be designed to withstand mechanical vibration or shock which can be expected during transportation, storage, installation and use.

L'isolation des fils doit être considérée comme une isolation solide.

Les matériaux fins et fragiles tels qu'un revêtement réalisé avec une laque ou par anodisation ou oxydation sont considérés comme étant insuffisants pour satisfaire à ces exigences.

5.1.8.2 Exigences

La température maximale de l'isolation solide, en condition d'utilisation normale et à température ambiante maximale, doit être inférieure à la température donnée pour la classe appropriée du Tableau 6.

La conformité de l'isolation solide doit être effectuée en effectuant un test diélectrique de tension et un test d'onde de choc, conformément à la catégorie appropriée de tension assignée de travail et de surtension, déterminées à partir des Tableaux D.1 à D.10 appropriés, et du Tableau D.11.

NOTE le terme «isolation solide» se réfère au matériau qui procure une isolation électrique entre deux surfaces opposées et non le long d'une surface extérieure. Ses propriétés requises sont indiquées soit comme la vraie distance minimale réelle à travers l'isolation, soit par d'autres exigences et essais de la présente norme au lieu de la distance minimale. Par conséquent tous les essais ne prouvent que la distance minimale à travers l'isolation et non la ligne de fuite le long de la surface de l'isolation.

La conformité avec 5.1.8 est vérifiée par inspection, par mesure et par essai.

5.1.9 Distances dans l'air et lignes de fuite

Les distances dans l'air et les lignes de fuite doivent être déterminées à partir des Tableaux D.1 à D.10 appropriés.

La ligne de fuite minimale ne doit pas être inférieure à la distance dans l'air minimale. Ces distances dans l'air et lignes de fuite sont des valeurs minimales, les tolérances de fabrication doivent en plus être prises en compte.

Des exemples pour la conception des distances dans l'air et des lignes de fuite sont donnés à l'Annexe E.

Les champs non homogènes s'appliquent généralement à l'équipement.

Pour l'isolation fonctionnelle des formes d'onde de la tension d'ondulation, la moyenne quadratique de la forme d'onde doit être calculée et utilisée comme tension de travail pour la détermination des distances dans l'air et des lignes de fuite requises. L'amplitude des tensions de crête répétitives de courte durée⁷ ne doit pas dépasser 175 % de la moyenne quadratique nominale de la tension de travail utilisée pour déterminer la ligne de fuite minimale.

La vérification doit se faire par inspection visuelle. En cas de doute sur la conformité des distances dans l'air ou des lignes de fuite, des mesures doivent être faites. Si cela est approprié, on doit effectuer des essais de type et des essais individuels de série des distances dans l'air pour déterminer la conformité avec 5.1.9, conformément à l'Article 10.

5.1.9.1 Distances dans l'air

Les distances dans l'air sont spécifiées pour supporter la surtension transitoire maximale qui peut être présente dans le circuit, soit à cause d'un événement extérieur (comme la foudre ou un phénomène transitoire), soit à cause du fonctionnement de l'équipement. Les distances dans l'air doivent être déterminées en référence à l'Annexe A et à l'Annexe D. Pour les distances dans l'air dans les circuits primaires, on doit se référer aussi au Tableau C.1.

⁷ La courte durée est définie comme étant inférieure à 2 % de la durée du cycle de la forme d'onde.

Wire insulation shall be considered as solid insulation.

Thin, easily damageable, materials such as coating with lacquer or oxides and anode coatings are considered insufficient to satisfy these requirements.

5.1.8.2 Requirements

The maximum temperature of the solid insulation, under normal operational use at maximum ambient temperature, shall be less than the temperature given for the appropriate class in Table 6, 7.10.2.

Compliance of solid insulation shall be verified by performing dielectric voltage and impulse withstand type tests, according to the relevant rated working voltage and overvoltage category, determined from the appropriate Table D.1 to D.10, and Table D.11.

NOTE The term “solid insulation” refers to material that provides electrical insulation between two opposite surfaces, not along an outer surface. Its required properties are specified either as the actual minimum distance through the insulation, or by other requirements and tests in this standard instead of a minimum distance. Any test therefore only proves the minimum distance through the insulation, not creepage distance across the surface of the insulation.

Compliance with 5.1.8 is checked by inspection, measurement and test.

5.1.9 Clearances and creepage distances

Clearance and creepage distances shall be determined from the appropriate Table D.1 to D.10.

The minimum creepage distance shall not be less than the minimum clearance in air. These clearance and creepage distances are minimum values, manufacturing tolerances shall additionally be taken into account.

Examples for the design of clearances and creepage distances are given in Annex E.

Inhomogeneous fields generally apply to equipment.

For the functional insulation of pulsating voltage waveforms, the r.m.s. voltage of the waveform shall be calculated and used as the working voltage in the determination of the required clearances and creepage distances. The amplitude of repetitive peak voltages of short duration⁷ should not exceed 175 % of the rated r.m.s. working voltage used to determine the minimum creepage distance.

Where there is any doubt that the required clearance and creepage distances are compliant, measurements shall be made.

If appropriate, type testing and routine testing or sample testing of clearances shall be carried out to determine compliance with 5.1.9, in accordance with Clause 10.

5.1.9.1 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. Clearances shall be determined with reference to Annex A and Annex D. For clearances in primary circuits, Table C.1 should also be referred to.

⁷ Short duration is defined as being less than 2 % of the waveform cycle duration.

La conception de la distance dans l'air entre deux circuits doit être conforme à la distance dans l'air la plus grande des deux.

Pour maintenir une tension fixe d'essai de tenue, les distances dans l'air pour l'équipement à des altitudes de plus de 2 000 m doivent être multipliées par le facteur donné ci-dessous:

Altitude mètres	Facteur multiplicatif pour les distances dans l'air
2 000	1,00
3 000	1,14
4 000	1,29
5 000	1,48

Pour les installations situées au dessus de 2 000 m, se référer au Tableau D.11. Si nécessaire, prendre les mesures appropriées pour limiter la tension d'onde de choc que l'équipement est à même de subir, par exemple utiliser des éclateurs ou des écrêteurs, etc.

5.1.9.1.1 Distances dans l'air pour circuits primaires

Les distances dans l'air concernant les circuits primaires sont déterminées par la tension d'impulsion nominale (se référer à D.1.3).

L'isolation principale est l'exigence minimale entre les circuits primaires et les autres circuits (circuits primaires ou non primaires) incluant les parties accessibles et les parties reliées à la terre. Une isolation supplémentaire, par exemple fonctionnelle ou complémentaire, peut être nécessaire en fonction de la classe d'isolation (voir Annexe A). Afin de minimiser les risques de feu, il est nécessaire de concevoir correctement les isolations fonctionnelles telles que celles à l'intérieur d'un circuit primaire.

Lorsque la distance dans l'air n'est pas conforme aux Tableaux D.3 à D.10 appropriés, cela peut être prouvé par essai en utilisant une tension d'essai déterminée par la multiplication de la tension de tenue par le facteur multiplicateur approprié pour l'altitude, dans le Tableau D.11. La méthode privilégiée pour prouver que le produit est sûr, lorsque la distance dans l'air est en dessous de la valeur minimale spécifiée, est d'utiliser la valeur c.a. ou c.c. donnée par le tableau, plutôt que la tension d'impulsion, à moins que les caractéristiques du générateur de tension d'impulsion et l'amplitude de la tension d'impulsion ne soient conformes à la CEI 60255-22-5.

NOTE Les tensions de tenue des Tableaux D.1 à D.10 sont données pour des champs non homogènes. Dans de nombreux cas, la distance dans l'air entre deux parties de l'équipement se situe entre homogène et non homogène, donc les distances dans l'air peuvent être prouvées par essai.

L'interpolation des valeurs de distances dans l'air des tableaux de l'Annexe D n'est pas permise pour l'isolation principale, supplémentaire, double ou renforcée. L'interpolation des distances dans l'air pour l'isolation fonctionnelle est autorisée.

5.1.9.1.2 Distances dans l'air pour circuits non primaires

Les distances dans l'air pour les circuits non primaires doivent supporter la surtension transitoire maximale qui peut être présente dans le circuit. Si des surtensions transitoires ne peuvent pas se produire, les distances dans l'air sont basées sur la tension nominale de travail la plus haute.

L'interpolation des valeurs de distances dans l'air des tableaux de l'Annexe D est permise pour les circuits non primaires.

The design of the clearance between any two circuits shall conform to the greater clearance of the two.

In order to maintain a fixed withstand test voltage, the clearances for equipment at altitudes greater than 2 000 m shall be multiplied by the factor given below:

Altitude metres	Clearance multiplying factor
2 000	1,00
3 000	1,14
4 000	1,29
5 000	1,48

For installations above 2 000 m, refer to Table D.11. If necessary, take appropriate measures to limit the impulse voltages the equipment is subjected to, for example, use spark gaps or transient suppressors etc.

5.1.9.1.1 Clearances for primary circuits

The clearances in air relating to primary circuits are determined by the rated impulse voltage (refer to D.1.3).

Basic insulation is the minimum requirement between primary circuits and other circuits, (primary or non-primary circuits) including accessible parts and earthed parts. Additional insulation (for example, functional or supplementary insulation) may be required, depending upon the isolation class (see Annex A). To minimize the risk of fire, it is necessary to correctly design functional insulation, such as that across a primary circuit.

Where the clearance does not comply with the relevant Table D.3 to D.10, this may be proven by testing using a test voltage determined by the multiplication of the withstand voltage, by the appropriate multiplication factor for altitude from Table D.11. The preferred method to prove the product is safe, where the clearance is below the minimum specified value, is to use the a.c. or d.c. value given in the table, rather than the impulse voltage, unless the impulse voltage generator characteristics and impulse voltage amplitude are according to IEC 60255-22-5.

NOTE The withstand voltages in Tables D.1 to D.10 are for inhomogeneous fields. In many cases, the clearance in air between two parts of the equipment is between inhomogeneous and homogeneous; hence, clearances can be proven by testing.

Interpolation of clearance values in Annex D tables is not permitted for basic, supplementary, reinforced and double insulation. Interpolation of clearance values for functional insulation, is permitted.

5.1.9.1.2 Clearances for non-primary circuits

Clearances for non-primary circuits shall withstand the maximum transient overvoltage that can be present on the circuit. If transient overvoltages cannot occur, clearances are based on the highest nominal working voltage.

Interpolation of the clearance values in Tables D.1 to D.12 is permitted, for non-primary circuits.

5.1.9.2 Lignes de fuite

On doit présumer que l'équipement dont il est question dans cette norme est soumis à des contraintes de tension continues sur une longue période, ce qui requiert la conception de lignes de fuite appropriées.

Les lignes de fuite doivent être déterminées en se référant à l'Annexe A et à l'Annexe D.

Des exemples pour la conception des lignes de fuite sont donnés à l'Annexe E.

La conception de la ligne de fuite entre deux circuits doit être conforme à la ligne de fuite la plus grande des deux.

Si une pollution de degré 3 ou 4 provoque une conductivité persistante, par exemple à cause de poussières de charbon ou de métal, les dimensions des lignes de fuite ne peuvent être spécifiées. Au lieu de cela, la surface d'isolation doit être conçue pour éviter un chemin continu de pollution conductrice (par exemple au moyen de côtes ou de sillons d'au moins 2 mm de hauteur ou de profondeur).

Le Tableau D.12 indique la protection supplémentaire qui peut être utilisée pour réduire le degré de pollution à l'intérieur de l'équipement. Si le Tableau D.12 est utilisé pour déterminer une ligne de fuite réduite, il convient de s'assurer que celle-ci n'est pas inférieure à la distance dans l'air minimale permise.

La conformité des lignes de fuite avec 5.1.9.2 doit être vérifiée par des mesures en cas de doute. Les lignes de fuite ne peuvent pas être vérifiées par un essai de tenue diélectrique en tension.

L'interpolation des valeurs de lignes de fuite des Tableaux de l'Annexe D est permise pour les circuits primaires et non primaires.

5.1.10 Mise à la terre fonctionnelle

Si la mise à la terre fonctionnelle de parties accessibles ou autres parties conductrices est nécessaire, les règles suivantes s'appliquent.

- Il est permis de connecter le circuit de mise à la terre fonctionnelle à une borne du conducteur de protection ou à un conducteur de liaison de protection.
- Le circuit fonctionnel (ou de protection) de mise à la terre doit être séparé des circuits TBT, PEB, TBTP et TBTS par au moins une isolation fonctionnelle.
- Le circuit fonctionnel de mise à la terre doit être séparé des parties actives dangereuses de l'équipement par l'un des moyens suivants:
 - double isolation ou isolation renforcée; ou
 - un écran de protection mis à la terre ou une autre partie conductrice de protection mise à la terre séparé des parties dangereuses sous tension par au moins une isolation principale.

La conformité avec 5.1.10 est vérifiée par inspection.

5.2 Conditions de premier défaut

5.2.1 Essais en condition de premier défaut

L'équipement ne doit pas présenter un risque de chocs électriques ou d'incendie après un essai en condition de premier défaut. Il n'est pas nécessaire qu'il soit fonctionnel après l'essai.

5.1.9.2 Creepage distances

It shall be assumed that the equipment within the scope of this standard is subject to continuous voltage stress over a long period, requiring the design of appropriate creepage distances.

Creepage distances shall be determined with reference to Annex A and Annex D.

Examples for the design of creepage distances are given in Annex E.

The design of creepage distance between any two circuits shall conform to the greater creepage distance of the two.

If pollution degree 3 or 4 causes persistent conductivity, for example, due to carbon or metal dust, the dimensions for creepage distances cannot be specified. Instead, the surface of insulation has to be designed to avoid a continuous path (for example, by means of ribs or grooves, of at least 2 mm height or depth) of conductive pollution.

Table D.12 indicates additional protection which may be used to reduce the pollution degree within the equipment. If Table D.12 is used to determine reduced creepage distance, it should be ensured that this is not less than the minimum allowed clearance.

Compliance of creepage distances with 5.1.9.2 shall be verified by measurement in the case of doubt. It cannot be verified by voltage withstand testing.

Interpolation of creepage distances in Annex D tables is permitted, for both primary and non-primary circuits.

5.1.10 Functional earthing

If functional earthing of accessible or other conductive parts is necessary, the following apply.

- It is permitted to connect the functional earthing circuit to a protective conductor terminal or to a protective bonding conductor.
- The functional (or protective) earthing circuit shall be separated from ELV, PEB, PELV and SELV circuits by at least functional insulation.
- The functional earthing circuit shall be separated from parts at hazardous voltage in the equipment by either
 - double insulation or reinforced insulation; or
 - a protectively earthed screen or another protectively earthed conductive part, separated from parts at hazardous voltages by at least basic insulation.

Compliance with 5.1.10 is checked by inspection.

5.2 Single-fault conditions

5.2.1 Testing in single-fault condition

The equipment shall not present a risk of electric shock or fire after a single-fault test. It does not have to be functional after the test.

Les exigences suivantes s'appliquent.

- L'examen de l'équipement et de son schéma de principe doit montrer généralement les états de panne susceptibles de représenter un danger de chocs électriques ou d'incendie et qui par conséquent doivent être appliqués.
- Des essais de panne doivent être effectués sauf s'il peut être démontré qu'il est improbable qu'un danger puisse découler d'une condition de premier défaut particulier.
- Il n'est pas nécessaire qu'une condition de premier défaut soit appliquée à une isolation double ou renforcée.
- L'équipement doit être mis en fonctionnement avec la combinaison la moins favorable des conditions d'essai.

Ces conditions incluent le pire cas de tolérance de courant et de tension assignée, le pire cas d'orientation de l'équipement, alors que les couvercles ou autres parties amovibles peuvent ne pas être en place en condition d'utilisation normale, la valeur assignée maximale des fusibles externes.

NOTE Les petites pièces telles que les vis et les rivets inaccessibles, isolées des circuits présentant des tensions actives dangereuses par au moins une isolation *principale*, ne sont pas prises en considération.

Le paragraphe 7.10 fournit une alternative aux essais de protection contre la propagation de l'incendie en condition de premier défaut, mais elle n'est pas applicable aux risques de chocs électriques.

5.2.2 Application d'une condition de premier défaut

Une seule condition de premier défaut doit être appliquée à la fois et les conditions de premier défaut doivent être appliquées tour à tour dans l'ordre le plus commode. On ne doit pas appliquer plusieurs pannes simultanément, sauf si celles-ci pourraient se produire en conséquence de l'application d'une condition de premier défaut.

Après l'application d'une condition de premier défaut, l'équipement ou la partie concernée doit être conforme aux exigences de 5.2.4.

L'évaluation d'une condition de premier défaut doit inclure les éléments suivants.

5.2.2.1 Impédance de protection

Les exigences suivantes s'appliquent.

- Si une impédance de protection est formée par une combinaison de composants, chaque composant doit être court-circuité ou déconnecté, en choisissant la situation la moins favorable des deux.
- Si une impédance de protection est formée par une combinaison d'isolation principale et un appareil de limitation de la tension ou du courant, tant l'isolation principale que l'appareil de limitation de la tension ou du courant doivent être soumis à des pannes uniques, appliquées une par une. L'isolation principale doit être court-circuitée. L'appareil de limitation de la tension ou du courant doit être court-circuité ou déconnecté, en choisissant la situation la moins favorable des deux.

Il n'est pas nécessaire de court-circuiter ou de déconnecter les parties d'une impédance de protection qui représentent des composants de haute intégrité.

5.2.2.2 Equipement ou pièces fonctionnant pendant de courtes durées ou de façon intermittente

Ceux-ci doivent être mis en fonctionnement constant si un fonctionnement constant pouvait se produire en condition de premier défaut.

The following requirements apply.

- Examination of the equipment and its circuit diagram will generally show the fault conditions which are liable to result in electric shock or fire hazards and which therefore shall be applied.
- Fault tests shall be made except where it can be demonstrated that it is improbable that a hazard will arise from a particular single-fault condition.
- It is not required that a single-fault condition is applied to double or reinforced insulation.
- The equipment shall be operated under the least favourable combination of reference test conditions.

These conditions include worst-case tolerance of rated voltage and current, worst-case equipment orientation, whether covers or other removable parts may not be fitted during normal operational use, maximum specified external fuse rating.

NOTE Small parts, such as screws and rivets which are not accessible and are isolated from HLV circuits by at least basic insulation, are not taken into consideration.

Subclause 7.10 provides an alternative to testing for protection against spread of fire under single-fault condition but is not applicable to electric shock hazards.

5.2.2 Application of single-fault condition

A single-fault condition shall be applied one at a time and shall be applied in turn in the most convenient order. Multiple simultaneous faults shall not be applied; they may, however, result from the application of a single-fault.

After the application of a single-fault condition, the equipment or relevant part shall meet the requirements of 5.2.4.

Single-fault condition assessment shall include the following.

5.2.2.1 Protective impedance

The following requirements apply.

- If a protective impedance is formed by a combination of components, each component shall be short-circuited or disconnected, whichever is less favourable.
- If a protective impedance is formed by a combination of basic insulation and a voltage- or current-limiting device, both the basic insulation and a voltage- or current-limiting device shall be subjected to single faults, applied one at a time. Basic insulation shall be short-circuited. The voltage- or current-limiting device shall be short-circuited or disconnected, whichever is less favourable.

Parts of a protective impedance which are high-integrity components need not be short circuited or disconnected.

5.2.2.2 Equipment or parts for short-term or intermittent operation

These shall be operated continuously if continuous operation could occur in a single-fault condition.

Ces pièces peuvent être des moteurs, des relais, d'autres appareils magnétiques et des corps de chauffe.

5.2.2.3 Transformateurs

Les enroulements non primaires des transformateurs et les sections des enroulements en dérivation qui sont en charge en conditions d'utilisation normale doivent être testés tour à tour, un seul à la fois, pour stimuler des courts-circuits dans la charge. Tous les autres enroulements seront en charge ou non, en choisissant la situation de charge la moins favorable des deux. Si les enroulements primaires et non primaires du transformateur sont séparés par une isolation double ou renforcée, on ne doit pas appliquer un court-circuit entre eux.

Les court-circuit doivent aussi être réalisés du côté charge de l'impédance de limitation du courant ou du dispositif de protection contre les surtensions qui sont connectés directement à l'enroulement.

5.2.2.4 Sorties

Les sorties doivent être court-circuitées une par une.

5.2.2.5 Isolation entre les circuits et les parties

L'isolation fonctionnelle entre les circuits et les parties doit être court-circuitée là où cela pourrait provoquer la surchauffe d'un matériau et créer un risque d'incendie, à moins que ce matériau soit de la classe d'inflammabilité V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.

L'isolation principale des circuits primaires avec une distance dans l'air ou une ligne de fuite inférieure à celle spécifiée doit être shuntée pour vérifier que la propagation de l'incendie est évitée.

Il n'est pas nécessaire de court-circuiter l'isolation supplémentaire, renforcée ou double, excepté lorsque la situation dans laquelle les dommages thermiques de l'isolation pourraient créer un risque de choc électrique.

5.2.2.6 Circuits primaires et circuits non primaires à tension dangereuse

Des conditions de premier défaut doivent être appliquées en court-circuitant ou en créant un circuit ouvert au niveau des composants dans les circuits primaires et non primaires à tension dangereuse, à l'intérieur de l'équipement lorsque ceux-ci peuvent créer un risque de chocs électriques ou d'incendie.

5.2.2.7 Surcharges

Les conditions de premier défaut doivent être appliquées lorsqu'une surcharge d'un circuit ou d'un composant peut créer un danger d'incendie ou de chocs électriques. Cela inclut la connexion des impédances de charge les plus défavorables aux bornes et connecteurs qui fournissent de la puissance ou des sorties de signal depuis l'équipement.

Il est permis d'utiliser des éléments de remplacement, des appareils de protection contre la surintensité et autres pour obtenir une protection adéquate.

Lorsqu'il y a plusieurs sorties avec la même circuiterie interne, l'essai en condition de premier défaut peut être limité à une seule sortie.

5.2.2.8 Résistances à régime intermittent

La dissipation constante dans les résistances conçues pour une dissipation intermittente doit être examinée par une évaluation d'état en condition de premier défaut.

Individual parts may include motors, relays, other magnetic devices and heaters.

5.2.2.3 Transformers

Transformer non-primary windings and sections of tapped windings, which are loaded in normal operational use shall be tested in turn, one at a time, to simulate short circuits in the load. All other windings are loaded or not loaded, whichever load condition is less favourable. If the primary and non-primary windings of the transformer are separated by reinforced or double insulation, a short circuit shall not be applied between them.

Short circuits shall also be made on the load side of any current-limiting impedance or over-current protective device which is connected directly to the winding.

5.2.2.4 Outputs

Outputs shall be short-circuited one at a time.

5.2.2.5 Insulation between circuits and parts

Functional insulation between circuits and parts shall be short-circuited where this could cause overheating of any material creating a risk of fire, unless that material is of flammability class V-1 or better of IEC 60695-11-10.

Basic insulation in primary circuits with less than the specified clearance or creepage distance shall be bridged to check against the spread of fire.

Supplementary, reinforced and double insulation need not be short-circuited. The exception to this is where thermal damage to the insulation may create a risk of electric shock.

5.2.2.6 Primary circuits and hazardous voltage non-primary circuits

Single-fault conditions shall be applied by open-circuiting or short-circuiting components in primary circuits and hazardous voltage non-primary circuits, within the equipment, where these may create a risk of electric shock or fire.

5.2.2.7 Overloads

Single-fault conditions shall be applied where a circuit or component overload may create a fire or electric shock hazard. This includes connection of the most unfavourable load impedances to terminals and connectors which deliver power or signal outputs from the equipment.

It is permitted to use fusible links, overcurrent protection devices and the like to provide adequate protection.

Where there are multiple outlets with the same internal circuitry, the single-fault test can be limited to one outlet only.

5.2.2.8 Intermittently rated resistors

Continuous dissipation in resistors designed for intermittent dissipation shall be considered under the single-fault condition assessment.

5.2.3 Durée des essais

Chaque essai est normalement limité à 2 h car toute panne secondaire découlant d'une condition de premier défaut se manifestera habituellement dans ce laps de temps et la température de l'équipement à l'essai doit s'être stabilisée. Si au bout de 2 h il y a un signe qu'un risque de chocs électriques, de propagation du feu ou de blessure aux personnes pourrait se produire, l'essai doit se poursuivre jusqu'à ce qu'un de ces événements se produise ou pendant une période maximale de 4 h.

5.2.4 Conformité

5.2.4.1 Conformité avec les exigences pour la protection contre les chocs électriques

Un essai de tenue de tension conforme à 10.5.3.2 peut être nécessaire pour démontrer que l'équipement ne présente pas de danger de chocs électriques après l'application d'une condition de premier défaut.

Les circuits PEB, TBTP et TBTS doivent rester sûrs au toucher après l'application d'une condition de premier défaut.

A la suite d'une condition de premier défaut, les parties accessibles ne doivent pas devenir dangereuses, tel que défini en 5.2.4.1.1.

5.2.4.1.1 Valeurs en condition de premier défaut

Les valeurs dépassant les niveaux donnés ci-dessous en a) à c) en condition de premier défaut sont considérées comme dangereuses sous tension. Les limites des points b) et c) s'appliquent uniquement si la tension dépasse les valeurs du point a).

a) Les niveaux de tension sont de 55 V r.m.s. et de 140 V c.c.

Pour l'équipement calibré pour utilisation dans des lieux humides, les niveaux de tension sont de 33 V r.m.s. ou de 70 V c.c.. Pour des tensions temporaires, les niveaux sont ceux de la Figure I.1, mesurés à travers une résistance de 50 k Ω .

b) Niveaux de courant

Tableau 3 – Niveaux de courant en condition de premier défaut

Emplacement de l'installation	CEI 60990 Circuit de mesure devant être utilisé	Ondes sinusoïdales	Ondes non sinusoïdales ou à fréquence mixte	mA c.c.
		mA r.m.s.	mA crête	
Sec	Figure 4	3,5	5	15
Humide	Figure 3 avec $R_S = 375 \Omega$ (au lieu de 1500 Ω)	3,5	5	15
Sec	Figure 3 avec $R_B = 75 \Omega$ Se réfère à de possibles brûlures dans la gamme de fréquences de 30 kHz à 500 kHz	500	-----	-----

c) Le niveau de capacité est celui de la Figure I.2.

5.2.4.2 Conformité avec les exigences pour la protection thermique

Se référer à 7.2.1.

5.2.3 Duration of tests

Each test is normally limited to 2 h since any secondary fault arising from a single-fault condition will usually manifest itself within that time and the temperature of the EUT should have stabilized. If at the end of 2 h there is an indication that a risk of electric shock, spread of fire or injury to persons may eventually occur, the test shall be continued until one of these hazards does occur or for a maximum period of 4 h.

5.2.4 Compliance

5.2.4.1 Compliance with requirements for electric shock protection

A voltage withstand test according to 10.5.3.2 may be necessary to demonstrate that the equipment does not present an electric shock hazard following the application of a single-fault condition.

PEB, PELV and SELV circuits shall remain safe to touch after the application of a single-fault condition.

Following a single-fault condition accessible parts shall not be hazardous live, as defined in 5.2.4.1.1.

5.2.4.1.1 Values in single-fault condition

Values exceeding the levels/limits of a) to c) due to a single-fault condition are deemed to be hazardous live. The limits of b) and c) apply only if the voltage exceeds the values of item a).

a) Voltage levels are 55 V r.m.s. or 140 V d.c.

For equipment rated for use in wet locations, the voltage levels are 33 V r.m.s. or 70 V d.c. For temporary voltages, the levels are those of Figure I.1, measured across a 50 k Ω resistor.

b) Current levels

Table 3 – Current levels in single-fault condition

Installation location	IEC 60990 Measurement circuit to be used	Sinusoidal waveforms	Non-sinusoidal or mixed frequency waveforms	mA d.c.
		mA r.m.s.	mA peak	
Dry	Figure 4	3,5	5	15
Wet	Figure 3 with $R_s = 375 \Omega$ (instead of 1 500 Ω)	3,5	5	15
Dry	Figure 3 with $R_B = 75 \Omega$ Relates to possible burns in the frequency range 30 kHz to 500 kHz	500	-----	-----

c) The capacitance level is that of Figure I.2.

5.2.4.2 Compliance with requirements for temperature protection

Refer to 7.2.1.

5.2.4.3 Conformité avec les exigences pour la protection contre la propagation du feu

Se référer à 7.10.

5.2.4.4 Conformité avec les exigences pour les gaz et les produits chimiques dangereux

Se référer à 7.2.2.

5.2.4.5 Conformité avec les exigences pour la protection mécanique

La conformité avec 5.2.4.5 est vérifiée par inspection pour s'assurer qu'aucune pièce n'est expulsée par l'équipement en raison de l'explosion ou de l'implosion d'une partie et qu'aucun danger mécanique n'est provoqué par l'application d'une condition de premier défaut.

Les dispositifs de protection contre les pièces expulsées ne doivent pas pouvoir être retirés sans l'aide d'un outil. Si le dispositif de protection est retirable sans l'aide d'un outil, alors le symbole 14 doit être utilisé, et l'avertissement approprié doit être fourni dans la documentation.

6 Aspects mécaniques

6.1 Protection contre les dangers mécaniques

6.1.1 Stabilité

En condition d'utilisation normale, l'équipement ne doit pas devenir physiquement instable jusqu'au point de devenir un danger pour l'utilisateur.

6.1.2 Parties mobiles

Les parties mobiles ne doivent pas pouvoir écraser, couper ou percer des parties du corps de l'utilisateur susceptibles de se trouver en contact avec elles, ni pincer gravement la peau de l'utilisateur en conditions normales d'utilisation et de maintenance. Cette exigence ne s'applique pas aux parties mobiles faciles à toucher qui sont à l'évidence destinées à fonctionner sur des parties ou des matériaux extérieurs à l'équipement, par exemple un mécanisme de déclenchement. Cet équipement doit être conçu pour minimiser le contact par inadvertance avec ces parties mobiles (par exemple en installant des protections, des poignées, etc.).

La conformité avec 6.1.2 est vérifiée par inspection.

6.1.3 Bords et coins

Tous les bords, projections, coins, ouvertures, défenses, poignées et autres éléments de l'enveloppe de l'équipement qui peuvent être facilement touchés doivent être lisses et arrondies de façon à ne pas provoquer de blessures en conditions d'utilisation normale.

La conformité avec 6.1.3 est vérifiée par inspection.

6.2 Exigences mécaniques

L'équipement doit être conforme aux essais mécaniques de 10.5.2.1.1 à 10.5.2.1.4.

Lorsque des niveaux de sévérité plus élevés sont nécessaires, ils doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

5.2.4.3 Compliance with requirements for protection against the spread of fire

Refer to 7.10.

5.2.4.4 Compliance with requirements for hazardous gases and chemicals

Refer to 7.2.2.

5.2.4.5 Compliance with requirements for mechanical protection

Compliance with 5.2.4.5 is checked by inspection to ensure that no parts are expelled from the equipment due to parts exploding or imploding and that no mechanical hazard is caused by the application of a single-fault condition.

The means of protection against expelled parts should not be removable without the aid of a tool. If the protection is removable without the use of a tool, then symbol 14 shall be used, and an appropriate warning provided in the documentation.

6 Mechanical aspects

6.1 Protection against mechanical hazards

6.1.1 Stability

Under conditions of normal operational use, equipment shall not become physically unstable to the degree that it could become a hazard to the user.

6.1.2 Moving parts

Moving parts shall not be able to crush, cut or pierce parts of the body of the user likely to come into contact with them, nor severely pinch the user's skin under normal operational use and maintenance. This requirement does not apply to easily touched moving parts which are obviously intended to operate on parts of materials external to the equipment, for example tripping mechanism. Such equipment should be designed to minimize inadvertent touching of such moving parts (for example, by fitting of guards, handles, etc.).

Compliance with 6.1.2 is checked by inspection.

6.1.3 Edges and corners

All easily touched edges, projections, corners, openings, guards, handles and the like of the equipment case should be smooth and rounded so as not to cause injury during normal operational use

Compliance with 6.1.3 is checked by inspection.

6.2 Mechanical requirements

The equipment should comply with the mechanical tests in 10.5.2.1.1 to 10.5.2.1.4.

Where higher severity levels are required, they shall be agreed between the manufacturer and the user.

6.3 Sécurité mécanique des terminaisons

Se référer à J.1.

7 Inflammabilité et résistance au feu

7.1 Généralités

Cet article contient les méthodes et les procédures pour réduire le risque d'incendie associé à l'équipement jusqu'à un niveau sûr par l'un des moyens suivants.

- En éliminant ou en réduisant les sources d'inflammation à l'intérieur de l'équipement.
- En réduisant la quantité de matériaux combustibles (ou inflammable) fournis dans l'équipement.
- En confinant l'incendie à l'intérieur de l'équipement, si celui-ci venait à se produire.

Raisons

L'équipement ou des parties de l'équipement peuvent provoquer des températures excessives en raison d'une utilisation normale ou anormale qui pourraient conduire à un risque d'incendie à l'intérieur de l'équipement ou autour de celui-ci.

Pour qu'il existe un risque d'incendie à l'intérieur de l'équipement, les trois éléments de base ci-dessous doivent exister.

- Les circuits de l'équipement doivent avoir suffisamment de puissance ou d'énergie pour constituer une source d'inflammation.
- De l'oxygène doit être présent (l'air contient environ 21 % d'oxygène).
- Des matériaux combustibles doivent être présents pour soutenir le processus de combustion.

L'utilisation des méthodes et des procédures contenues dans cet article offre les avantages suivants.

- Conformité avec les exigences de protection contre l'incendie sans essais.
- Réduction des essais en condition de premier défaut.
- Spécification de méthodes de fabrication qui permettent la vérification de la protection contre l'incendie par inspection.
- Réduction des différences d'interprétation et des variables d'essai entre les autorités d'inspection.

Cet article contient aussi les détails des exigences pour la protection contre la propagation du feu, les limites maximales de température et les circuits d'énergie limités.

Le diagramme de flux de la Figure 1 montre les exigences nécessaires pour la protection contre la propagation du feu.

6.3 Mechanical security of terminations

Refer to J.1.

7 Flammability and resistance to fire

7.1 General

This clause provides methods and procedures to reduce the risk of fire associated with the equipment, to a safe level, by one of the following means.

- Eliminating or reducing the sources of ignition within the equipment.
- Reducing the amount of combustible (or flammable) materials within the equipment.
- Containment of a fire within the equipment, should it occur.

Rationale

Equipment or parts of equipment may cause excessive temperatures, due to normal or abnormal operation, which could lead to a risk of fire within the equipment or to its surroundings.

In order for a risk of fire within the equipment to exist, all three of the following basic elements shall exist.

- The equipment circuits shall have sufficient power or energy to be an ignition source.
- There shall be oxygen present (air is about 21 % oxygen).
- There shall be combustible materials present to support the combustion process.

The use of the methods and procedures within this clause offers the following benefits.

- Compliance with fire-protection requirements without tests.
- Reduction of single-fault condition testing.
- Specification of construction methods which allow verification of fire protection by inspection.
- Reduction of interpretation differences and testing variables between inspection authorities.

This clause also details requirements for protection against the spread of fire, maximum temperature limits and limited energy circuits.

The flow chart in Figure 1 shows requirements for protection against the spread of fire.

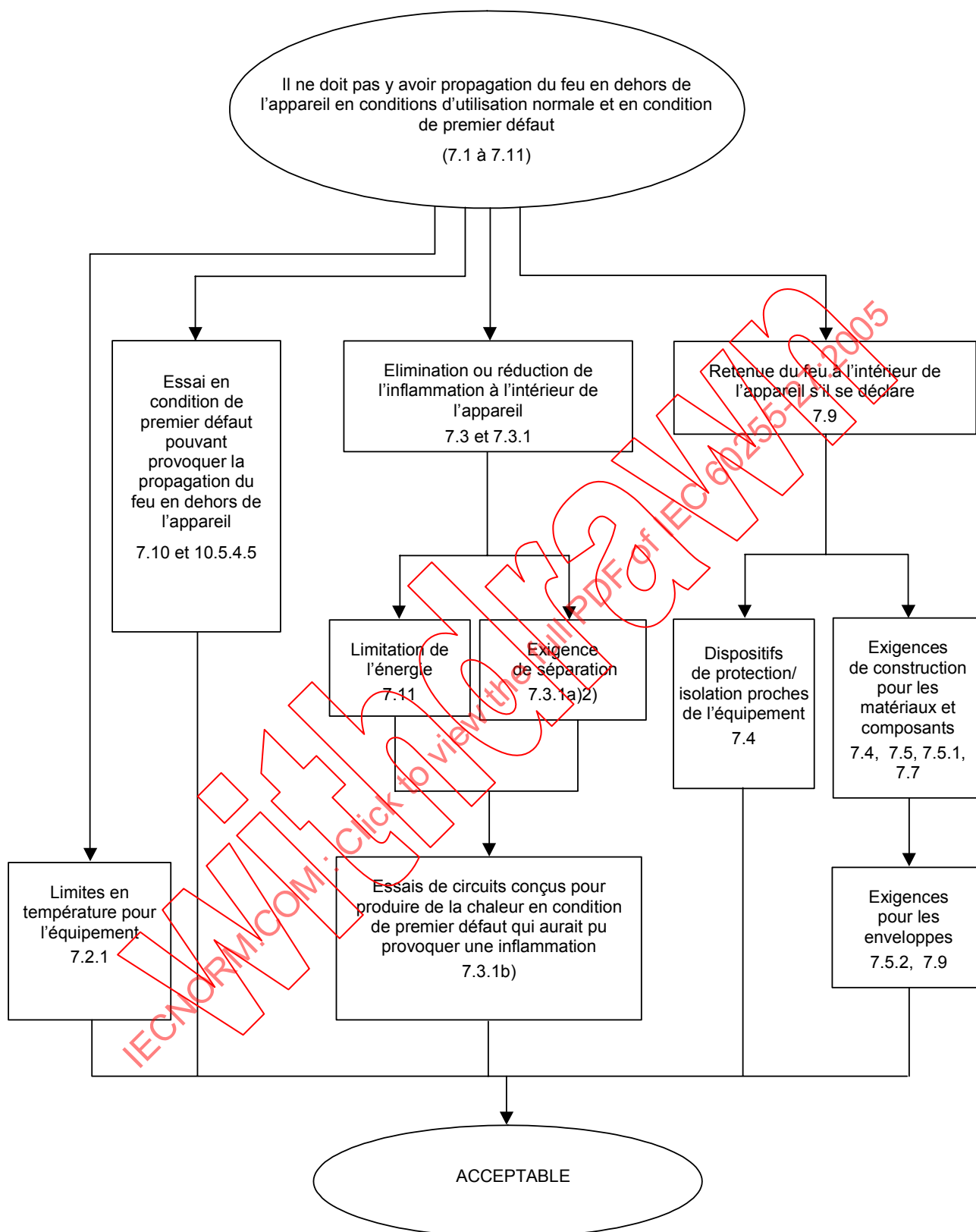


Figure 1 – Diagramme de flux présentant les exigences nécessaires pour la protection contre la propagation du feu

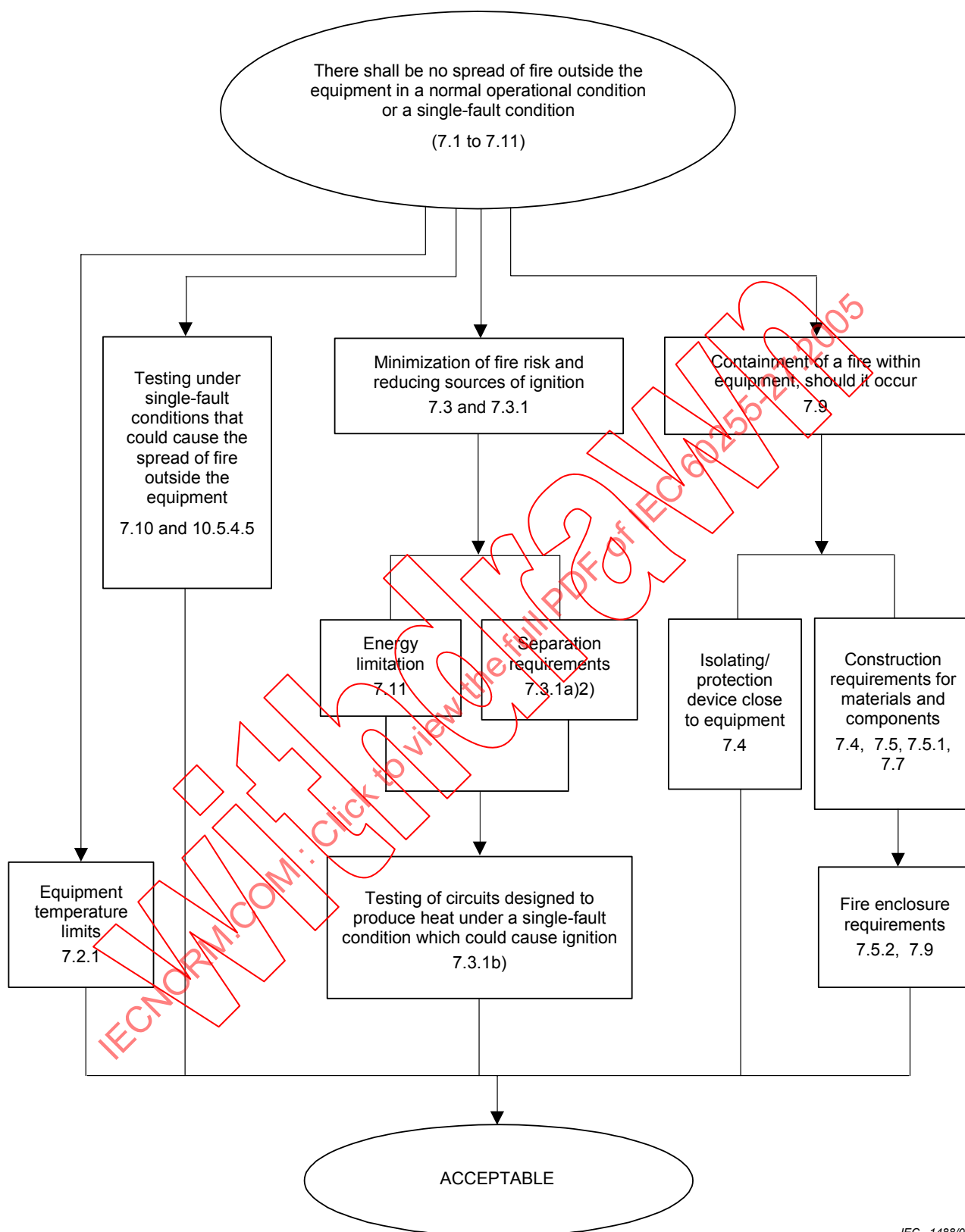


Figure 1 – Flow chart showing requirements for protection against the spread of fire

7.2 Dangers généraux de surchauffe et d'incendie

7.2.1 Limites de température de l'équipement

Aucun échauffement ne doit représenter un danger en conditions normales ou en condition de premier défaut et ne doit pas non plus provoquer la propagation de l'incendie en dehors de l'équipement. Le Tableau 4 spécifie les températures maximales acceptables en conditions d'utilisation normale à une température ambiante maximale.

Se référer à 7.10.1 pour les températures maximales acceptables en condition de premier défaut.

Si des surfaces chauffées facilement touchées sont nécessaires pour des raisons fonctionnelles, il est permis qu'elles dépassent les valeurs du Tableau 4, mais elles doivent être reconnaissables comme telles par leur apparence ou leur fonction ou elles doivent être marquées. Le symbole 13 du Tableau 9 doit être utilisé pour indiquer qu'une surface ou une partie est très chaude.

Il faut tenir compte du fait que, sur un long terme, les propriétés électriques et mécaniques de certains matériaux d'isolation peuvent être négativement affectés, par exemple par des plastifiants qui s'évaporent à des températures inférieures à la température normale de plastification du matériau.

L'indice thermique relatif (RTI), lorsqu'il est spécifié pour le matériau, fournit la température maximale de fonctionnement continu à laquelle ses propriétés électriques et mécaniques peuvent être réduites jusqu'à 50 % sur une période de 7 ans.

Tableau 4 – Température maximale en conditions d'utilisation normale et à une température ambiante de 40°C

Parties accessibles en conditions d'utilisation normale	Température maximale °C (voir Note 1 et Note 2)	
	Métal	Non métallique
Poignées, boutons, manchons, etc. tenus ou touchés uniquement pendant de courtes périodes	60	85
Poignées, boutons, manchons, etc. tenus continuellement en utilisation normale	55	70
Surfaces extérieures de l'équipement qui peuvent être touchées	70	80
Parties à l'intérieur de l'équipement qui peuvent être touchées	70	80
NOTE 1 Pour des zones qui ont peu de chances d'être touchées et dont les dimensions ne dépassent pas 50 mm, une température de 100 °C est permise.		
NOTE 2 Des températures dépassant les limites, qui sont données pour une température ambiante de 40°C, sont permises à condition qu'un contact non intentionnel soit improbable et que la pièce porte un avertissement pour indiquer qu'elle est très chaude, par exemple le symbole 13 (ou 14) du Tableau 9.		

La conformité avec 7.2.1 est vérifiée par mesure et par inspection des protections et des capots pour vérifier qu'ils protègent contre un contact accidentel avec des surfaces à des températures qui dépassent les valeurs du Tableau 4 ci-dessus. Toutes les protections et les capots doivent être en place pendant l'essai. Si les protections ou les capots peuvent être retirés sans l'aide d'un outil, les symboles 13 et 14 du Tableau 9 doivent être utilisés.

7.2 General hazards from overheating and fire

7.2.1 Equipment temperature limits

Any heating shall not cause a hazard under normal conditions or single-fault conditions, nor shall it cause spread of fire outside the equipment. Table 4 specifies the maximum acceptable temperatures in normal operational use at maximum ambient temperature.

Refer to 7.10.1 for the maximum acceptable temperatures under a single-fault condition.

If easily touched heated surfaces are necessary for functional reasons, they are permitted to exceed the values in Table 4, but shall be recognizable as such by appearance or function or shall be marked. Symbol 13 of Table 9 should be used to indicate that a surface or part is hot.

Consideration should be given to the fact that, on a long-term basis, the electrical and mechanical properties of some insulating materials may be adversely affected, for example, by softeners evaporating at temperatures below the normal softening temperature of the material.

The relative thermal index (RTI), where specified for the material, provides the maximum continuous operating temperature at which its electrical and mechanical properties may reduce by up to 50 % over a period of 7 years.

Table 4 – Maximum temperature in normal operational use and at an ambient temperature of 40 °C

Accessible parts in normal operational use	Maximum temperature °C (see Note 1 and Note 2)	
	Metal	Non-metallic
Handles, knobs, grips etc. held or touched for short periods only	60	85
Handles, knobs, grips etc. continuously held in normal operational use	55	70
External surfaces of equipment which may be touched	70	80
Parts inside the equipment which may be touched	70	80
NOTE 1 For areas unlikely to be touched, with no dimension exceeding 50 mm, 100 °C is allowable.		
NOTE 2 Temperatures exceeding the limits, which are for an ambient temperature of 40 °C, are permitted provided that unintentional contact is unlikely and the part has a warning indicating that it is hot, for example, symbol 13 (or 14) of Table 9.		

Compliance with 7.2.1 is checked by measurement and by inspection of guards and covers, to check that they protect against accidentally touching surfaces that are at temperatures above the values in Table 4. All guards and covers shall be in place when conducting the test. If the guards or covers can be removed without the aid of a tool, symbol 13 or symbol 14 of Table 9 shall be used.

7.2.2 Gaz, produits chimiques et produits de combustion dangereux

L'équipement ne doit pas libérer des quantités dangereuses de gaz toxiques ou nocifs en fonctionnement normal.

La documentation du constructeur doit indiquer quels gaz potentiellement toxiques ou nocifs peuvent être libérés, et en quelle quantité.

La conformité est vérifiée par inspection de la documentation du constructeur. La grande variété de gaz rend impossible de spécifier des essais de conformité basés sur des valeurs limite. Il doit donc être fait référence à des tables de valeurs seuils limites de risque professionnel.

7.3 Minimisation des risques d'incendie

La minimisation du risque d'incendie, tant à l'intérieur de l'équipement que pour les câbles et les canalisations électriques, doit faire l'objet d'une attention particulière. Une protection cohérente avec la fiabilité et les besoins opérationnels doit être prévue.

Dans l'éventualité d'une condition de premier défaut, tous les dégâts doivent être confinés à l'intérieur de l'équipement (voir 7.10).

Les composants et les matériaux doivent être choisis et utilisés de telle façon que le risque d'incendie provoqué par la défaillance d'un composant ou par un possible court-circuit soit négligeable.

Les composants des circuits primaires et les circuits dépassant les limites de tension TBT critiques pour la sécurité doivent être conformes aux normes CEI applicables.

L'équipement et ses schémas de principe doivent être examinés pour déterminer si des essais en condition de premier défaut sont nécessaires afin de démontrer que le risque d'incendie est négligeable.

7.3.1 Elimination ou réduction des sources d'inflammation à l'intérieur de l'équipement

Le risque d'inflammation et d'incendie est considéré comme étant réduit à un niveau tolérable s'il y a conformité aux exigences suivantes pour chaque source d'inflammation dangereuse:

a) Soit 1) ou 2) ci-dessous:

- 1) la tension, le courant et la puissance disponibles pour le circuit ou la partie de l'équipement sont limités comme spécifié en 7.11.

La conformité est vérifiée par mesure des valeurs d'énergie limitée comme spécifié en 7.11.

- 2) l'isolation entre les parties à potentiels différents est conforme aux exigences d'une isolation principale, ou il peut être démontré que le fait de shunter l'isolation ne provoquera pas d'inflammation.

La conformité est vérifiée par inspection et en cas de doute par essai, en appliquant les critères de 7.10.

b) Dans les circuits conçus pour produire de la chaleur, aucune inflammation ne se produit lors d'essais dans toute condition de premier défaut (voir 5.2) qui pourrait provoquer une inflammation.

Tous les circuits de l'équipement qui ne peuvent être classés comme circuits à énergie limitée (voir 7.11) sont considérés comme étant une source d'inflammation. Dans ce cas les méthodes i) ou ii) ci-dessous doivent être utilisées:

7.2.2 Hazardous gases, chemicals and combustion products

The equipment shall not liberate dangerous amounts of poisonous or injurious gases under normal operation.

The manufacturer's documentation shall state which potentially poisonous or injurious gases may 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.

7.3 Minimization of fire risk

The minimization of fire risk, both within the equipment and to cabling and wiring, shall be a major consideration. Protection consistent with reliability and operational requirements shall be provided.

In the event of a single-fault condition, any damage shall be contained within the equipment (see 7.10).

Components and materials shall be chosen and used so that there is negligible risk of a fire being caused due to component failure or possible short circuit.

Safety critical components of primary circuits and circuits exceeding ELV voltage limits should comply with relevant IEC standards.

The equipment and its circuit diagrams shall be examined to determine if single-fault condition tests are necessary to demonstrate that there is a negligible risk of fire.

7.3.1 Eliminating or reducing the sources of ignition within the equipment

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 7.11.

Conformity is checked by measurement of limited-energy values as specified in 7.11.

- 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, applying the criteria of 7.10.

b) In circuits designed to produce heat, no ignition occurs when tested in any single-fault condition (see 5.2) which could cause ignition.

All circuits of the equipment which cannot be classified as limited-energy circuits (see 7.11) are considered to be an ignition source of fire, in which case either method i) or ii) below shall be used.

- i) Essai en condition de premier défaut (voir 5.2) qui pourrait provoquer la propagation du feu à l'extérieur de l'équipement.
- ii) Vérifications conformément à 7.10 pour déterminer que l'incendie, s'il se déclenche, sera confiné à l'intérieur de l'équipement.

La conformité est vérifiée par les essais appropriés de 5.2, en appliquant les critères de 7.10.

7.4 Câbles et fusibles

Le constructeur doit faire les recommandations suivantes pour minimiser le risque d'incendie et de surcharge thermique de l'alimentation c.a. ou c.c. et des conducteurs de protection ou d'autres équipements alimentés par le produit en tenant compte des plus graves conditions de premier défaut.

- Câbles de connexion: section transversale et tension nominale minimales.
- Dispositifs de protection: caractéristiques assignées des fusibles ou des disjoncteurs; celles-ci doivent inclure les caractéristiques de l'appareil de protection, la tension nominale, et être situées près de l'équipement.

NOTE 1 Ce qui précède est particulièrement important lorsque

– dans les conditions d'utilisation prévues, une panne de l'équipement peut provoquer un dépassement du courant assigné de sortie de l'équipement, provoquant une surcharge thermique du conducteur de protection ou d'autres équipements alimentés par l'équipement.

et

– la panne de l'équipement ne provoque pas automatiquement une déconnexion de son alimentation c.a. ou c.c.

NOTE 2 Les défaillances ou les pannes peuvent être dues à des court-circuit dans l'équipement ou à des parties conductrices accessibles, des défauts à la terre, un court-circuit dans les circuits de sortie ou une défaillance du circuit de contrôle.

7.5 Inflammabilité des matériaux et des composants

Voir le Tableau 11 pour une vue d'ensemble des essais, y compris l'inflammabilité.

A l'exception de ce qui est spécifié de 7.5.1 à 7.5.3, tous les matériaux et composants doivent être conformes aux exigences suivantes.

- Les fils isolés doivent être d'une classe d'inflammabilité équivalente à V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux, ou être conformes à 7.7.2.
- Les connecteurs et le matériau d'isolation sur lesquels sont montés les composants doivent être d'une classe d'inflammabilité V-2 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.

La conformité est vérifiée par inspection des données sur les matériaux ou par les essais d'inflammabilité spécifiés dans la CEI 60695-11-10 sur trois échantillons des parties concernées (voir Tableau 11 et 10.5.4.2). Les échantillons peuvent être les suivants:

- parties complètes;
- sections d'une partie, y compris la zone avec la moindre épaisseur de paroi et toutes les ouvertures de ventilation;
- échantillons conformes à la CEI 60695-11-10.

Lorsque la sécurité est concernée, les composants doivent être conformes à l'une des exigences suivantes:

- les exigences concernant l'inflammabilité d'une norme CEI qui comprend ce type d'exigences, applicable sur les composants;
- lorsqu'il n'existe pas de norme CEI applicable, être conformes aux exigences sur l'inflammabilité de la présente norme;

- i) Testing in the single-fault conditions (see 5.2) which could cause the spread of fire outside the equipment.
- ii) Verifying as in 7.10 that if a fire occurs it will be contained within the equipment.

Conformity is checked by the relevant tests of 5.2, applying the criteria of 7.10.

7.4 Cabling and fusing

The manufacturer shall recommend the following to minimize the risk of fire and thermal overload of the a.c. or d.c. supply and protective conductors or other equipment fed by the product, taking into account worst-case single-fault conditions.

- Connection cables: minimum cross-section and voltage rating.
- Protection devices: fuse or circuit-breaker rating; this should include the protection device characteristic, voltage rating and that it should be close to the equipment.

NOTE 1 The above is of particular importance when

- under use as intended, a fault in the equipment can cause the rated output current of the equipment to be exceeded, resulting in thermal overload of the protective conductor or other equipment fed by the equipment; and
- the equipment fault does not automatically cause a disconnection to its a.c. or d.c. supply.

NOTE 2 Failures or faults may be due to short circuits within the equipment or to exposed conductive parts, earth faults, short circuit in the output circuits, or control circuit failure.

7.5 Flammability of materials and components

See Table 11 for the test overview, including flammability.

Except as specified in 7.5.1 to 7.5.3 all materials and components shall comply with the following.

- Insulated wire shall have a flammability class equivalent V-1, or better, of IEC 60695-11-10, or comply with 7.7.2.
- Connectors and insulating material on which components are mounted shall have a flammability class V-2, or better, of IEC 60695-11-10.

Conformity is checked by inspection of data on materials, or by performing the flammability tests specified in IEC 60695-11-10 on three samples of the relevant parts (see Table 11 and 10.5.4.2). The samples may be any of the following:

- *complete parts;*
- *sections of a part, including the area with the least wall thickness and any ventilation openings;*
- *specimens in accordance with IEC 60695-11-10.*

Where safety is involved, components shall meet one of the following:

- the flammability requirements of a relevant IEC component standard which includes such requirements;
- where no relevant IEC standard exists, the flammability requirements of this standard;

- exigences sur l'inflammabilité applicables d'une norme non CEI si celles-ci sont au moins aussi strictes que la norme CEI applicable, à condition que le composant ait été approuvé par la norme non CEI par une autorité d'essai reconnue.

7.5.1 Matériaux des composants et des autres parties se trouvant à l'intérieur des enveloppes pare-feu

Les éléments suivants sont exemptés des exigences de 7.5.

- Composants électriques qui ne présentent pas un danger d'incendie en conditions anormales de fonctionnement s'ils sont testés conformément à 5.2.
- Matériaux et composants se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe de l'équipement d'un volume de 0,06 m³ ou moins, faits entièrement en métal et sans ouvertures de ventilation ou dans une unité hermétique contenant un gaz inerte.
- Une ou plusieurs couches d'un matériau d'isolation mince, tel que du ruban adhésif, appliqué directement sur une surface à l'intérieur de l'enveloppe pare-feu, y compris la surface des parties porteuses de courant, à condition que la combinaison de matériau d'isolation mince et la surface d'application soit conforme aux exigences sur la Classe d'inflammabilité V-2 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.

NOTE Lorsque le matériau d'isolation mince dont il est question dans l'exclusion ci-dessus se trouve sur la surface intérieure de l'enveloppe pare-feu elle-même, les exigences pour la construction des enveloppes pare-feu de la 7.9 s'appliquent.

- Des composants électroniques, tels que des ensembles de circuits intégrés, des ensembles d'optocoupleur, des condensateurs et autres petites parties montées sur matériau de la Classe d'inflammabilité V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.
- Les fils, les câbles et les connecteurs isolés avec du PVC, TFE, PTFE, FEP, néoprène ou polyimide.
- Les pinces individuelles (à l'exclusion des bandes hélicoïdales ou autres formes continues), le ruban de fretage, les tressages et les attaches de câble utilisés avec des faisceaux de câbles.

La conformité avec 7.5 et 7.5.1 est vérifiée par inspection de l'équipement et des feuilles de données des matériaux.

7.5.2 Matériaux pour enveloppes pare-feu

Les matériaux pour les composants qui remplissent une ouverture dans une enveloppe pare-feu et qui sont destinés à être montés sur cette ouverture doivent

- être d'une inflammabilité de Classe V-1 de la CEI 60695-11-10, ou mieux; ou
- passer le test d'inflammabilité de la CEI 60695-11-10; ou
- être conformes aux exigences sur l'inflammabilité de la norme CEI applicable sur les composants.

NOTE On peut citer comme exemples de ces composants les supports de fusibles, les interrupteurs, les connecteurs et les prises pour appareils.

Les matériaux en plastique d'une enveloppe pare-feu doivent être situés à une distance dans l'air de 13 mm de parties pouvant former un arc comme les contacts d'interrupteur ne se trouvant pas dans une enveloppe fermée.

Les matériaux plastiques d'une enveloppe pare-feu se trouvant à une distance dans l'air de moins de 13 mm des parties ne formant pas d'arc et qui en conditions de fonctionnement normal ou anormal pourraient atteindre une température suffisante pour enflammer le matériau doivent pouvoir passer le test de la CEI 60695-2-20. Le temps moyen d'inflammation des échantillons ne doit pas être inférieur à 15 s. Si un échantillon fond entièrement sans s'enflammer, le moment auquel cela se produit n'est pas considéré comme le temps d'inflammation.

- applicable flammability requirements of a non-IEC standard where these 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.

7.5.1 Materials for components and other parts inside fire enclosures

The following are exempted from the requirements of 7.5.

- Electrical components which do not present a fire hazard under abnormal operating conditions when tested according to 5.2.
- Materials and components within an equipment case of volume 0,06 m³ or less, consisting totally of metal and having no ventilation openings, or within a sealed unit containing an inert gas.
- One or more layers of thin insulating material, such as adhesive tape, used directly on any surface within the fire enclosure, including the surface of current-carrying parts, provided that the combination of the thin insulating material and the surface of application complies with the requirements of flammability Class V-2, or better, of IEC 60695-11-10.

NOTE Where the thin insulating material referred to in the above exclusion is on the inner surface of the fire enclosure itself, the requirements for fire enclosure construction in 7.9 apply.

- Electronic components, such as integrated circuit packages, opto-coupler packages, capacitors and other small parts mounted on material of flammability Class V-1, or better, of IEC 60695-11-10.
- Wiring, cables and connectors insulated with PVC, TFE, PTFE, FEP or neoprene or polyimide.
- Individual clamps (not including helical wraps or other continuous forms), lacing tape, twine and cable ties used with wiring harnesses.

Compliance with 7.5 and 7.5.1 is checked by inspection of the equipment and material data sheets.

7.5.2 Materials for fire enclosures

Materials for components which fill an opening in a fire enclosure, and which are intended to be mounted in that opening shall

- be of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10; or
- pass the flammability test of IEC 60695-11-10; or
- comply with the flammability requirements of the relevant IEC component standard.

NOTE Examples of these components are fuse-holders, switches, connectors and appliance inlets.

Plastic materials of a fire enclosure shall be located more than 13 mm through air from arcing parts such as unenclosed switch contacts.

Plastic materials of a fire enclosure located less than 13 mm through air from non-arcing parts which, under any condition of normal or abnormal operation, could attain a temperature sufficient to ignite the material, shall be capable of passing the test of IEC 60695-2-20. The average time to ignition of the samples shall be not less than 15 s. If a sample melts through without igniting, the time at which this occurs is not considered to be the time to ignition.

La conformité avec 7.5.2 est vérifiée par inspection de l'équipement et des feuilles de données du matériau et si nécessaire par l'essai d'inflammabilité approprié.

7.5.3 Matériaux des composants et des autres parties se trouvant à l'extérieur des enveloppes pare-feu

A l'exception de ce qui est indiqué dans la note ci-dessous, les matériaux pour les composants et autres parties (y compris les enveloppes mécaniques, les enveloppes électriques et les parties décoratives) situés à l'extérieur des enveloppes pare-feu doivent avoir au minimum une inflammabilité de classe HB75 si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est <3 mm, ou une inflammabilité de classe HB40 si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est ≥ 3 mm, ou une inflammabilité de classe HBF.

NOTE Lorsqu'une enveloppe mécanique ou électrique sert aussi d'enveloppe pare-feu les exigences pour les enveloppes pare-feu s'appliquent (voir 7.5.2 et 7.9).

Les connecteurs doivent être conformes à l'une des exigences suivantes:

- être faits d'un matériau d'une inflammabilité de Classe V-2 de la CEI 60695-11-10 ou mieux;
- passer les essais de la CEI 60695-11-10;
- être conforme aux exigences sur l'inflammabilité de la norme CEI applicable sur les composants;
- être montés sur un matériau d'une inflammabilité de classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux et être de petites dimensions;
- être situés dans un circuit secondaire alimenté par une source de puissance qui est limitée à un maximum de 15 VA, ou être conformes aux exigences pour les circuits à énergie limitée (voir 7.11), en conditions normales de fonctionnement et après une condition de premier défaut de l'équipement (voir 5.2).

L'exigence pour les matériaux des composants et des autres parties qui doivent être d'une inflammabilité de classe HB40, d'une inflammabilité de classe HB75 ou d'une inflammabilité de la classe HBF, ne s'applique pas aux éléments suivants:

- composants électriques qui ne présentent pas un danger d'incendie en conditions anormales de fonctionnement s'ils sont testés conformément à 5.2;
- matériaux et composants se trouvant à l'intérieur d'une enveloppe de $0,06 \text{ m}^3$ ou moins, composés entièrement de métal et sans ouverture de ventilation ou dans une unité hermétique contenant un gaz inerte;
- les composants conformes aux exigences concernant l'inflammabilité d'une norme CEI applicable sur les composants qui comprend ces exigences;
- les composants électroniques, tels que les ensembles de circuits intégrés, les ensembles optocoupleurs, les condensateurs et autres petites pièces
 - montées sur matériau d'une inflammabilité de Classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux;
 - alimentées par une source de puissance de 15 VA maximum, ou conformes aux exigences pour les circuits à énergie limitée (voir 7.11) en conditions normales de fonctionnement ou après une condition de premier défaut de l'équipement et montées sur un matériau d'une inflammabilité de classe HB75 si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est <3 mm;
 - d'une inflammabilité de classe HB40 si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est ≥ 3 mm.

Compliance with 7.5.2 is checked by inspection of the equipment and material data sheets and, if necessary, the appropriate flammability test.

7.5.3 Materials for components and other parts outside fire enclosures

Except as otherwise noted below, materials for components and other parts (including mechanical enclosures, electrical enclosures and decorative parts), located outside fire enclosures, shall have a minimum flammability class HB75 if the thinnest significant thickness of this material is <3 mm, or flammability class HB40 if the thinnest significant thickness of this material is ≥3 mm, or flammability class HBF.

NOTE Where a mechanical or an electrical enclosure also serves as a fire enclosure, the requirements for fire enclosures apply (see 7.5.2 and 7.9).

Connectors shall comply with one of the following:

- be made of material of flammability class V-2, or better, of IEC 60695-11-10;
- pass the tests of IEC 60695-11-10;
- comply with the flammability requirements of the relevant IEC component standard;
- be mounted on material of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10 and be of a small size;
- be located in a secondary circuit supplied by a power source that is limited to a maximum of 15 VA or complies with limited-energy circuit requirements (see 7.11) under normal operating conditions and after a single fault in the equipment (see 5.2).

The requirement for materials for components and other parts to be of flammability class HB40, flammability class HB75, or flammability class HBF, does not apply to any of the following:

- electrical components which do not present a fire hazard under abnormal operating conditions when tested according to 5.2;
- materials and components within an enclosure of 0,06 m³ or less, consisting totally of metal and having no ventilation openings or within a sealed unit containing an inert gas;
- components meeting the flammability requirements of a relevant IEC component standard which includes such requirements;
- electronic components, such as integrated circuit packages, opto-coupler packages, capacitors and other small parts that are
 - mounted on material of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10;
 - supplied from a power source of no more than 15 VA, or complies with limited-energy circuit requirements (see 7.11), under normal operating conditions or after a single fault in the equipment and mounted on material of flammability class HB75 if the thinnest significant thickness of this material is <3 mm;
 - flammability class HB40 if the thinnest significant thickness of this material is ≥ 3 mm.

7.6 Sources d'inflammation

Tous les circuits de l'équipement qui peuvent être classés comme incluant des circuits primaires ou des circuits dépassant les limites de tension TBT (voir ci-dessus) doivent être considérés comme étant des sources d'inflammation. Tous les composants électriques de ces circuits sont aussi considérés comme des sources possibles d'inflammation.

7.7 Conditions pour une enveloppe pare-feu

Une enveloppe pare-feu est nécessaire lorsque la température des parties en état de panne pourrait être suffisante pour l'inflammation.

7.7.1 Parties pour lesquelles une enveloppe pare-feu est nécessaire

Excepté lorsque l'équipement a subi tous les essais en condition de premier défaut de 5.2 tant sur les circuits primaires que sur les circuits non primaires, ou comme permis par 7.7.2, les parties suivantes sont considérées comme présentant un risque d'inflammation et par conséquent nécessitent une enveloppe pare-feu.

- Composants des circuits primaires.
- Composants des circuits non primaires alimentés par des sources de puissance qui dépassent les limites spécifiées en 7.11.
- Composants des circuits non primaires alimentés par une source conforme aux spécifications de 7.11 pour les circuits à énergie limitée mais non montés sur un matériau d'une inflammabilité de classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.
- Composants à l'intérieur d'une unité ou d'un assemblage d'alimentation qui a une sortie conforme aux spécifications de 7.11 pour les circuits à énergie limitée, comprenant des appareils de protection contre la surintensité, des impédances de limitation, des réseaux et câblages de régulation (voir 7.7.2 pour les exceptions), jusqu'au point de conformité avec les critères de sortie de source pour un circuit à énergie limitée.
- Composants avec des parties formant arc qui ne se trouvent pas sans une enveloppe fermée, tels que les interrupteurs et contacts de relais dans un circuit à une tension dangereuse ou à un niveau dangereux d'énergie.
- Câbles isolés, sauf ceux autorisés en 7.7.2.

7.7.2 Parties pour lesquelles une enveloppe pare-feu n'est pas nécessaire

Les parties suivantes ne requièrent pas d'enveloppe pare-feu:

- moteurs;
- transformateurs;
- composants électromécaniques conformes à 7.5;
- composants, y compris les connecteurs, conformes aux exigences de 7.9, qui remplissent une ouverture dans une enveloppe pare-feu;
- fils et les câbles isolés avec du PVC, TFE, PTFE, FEP, néoprène ou polyimide;
- prises et connecteurs faisant partie d'un câble d'alimentation ou d'un câble d'interconnexion;
- connecteurs des circuits non primaires alimentés par des sources qui sont limitées à un maximum de 15 VA en conditions normales de fonctionnement et après une condition de premier défaut de l'équipement;
- les connecteurs des circuits non primaires alimentés par des circuits à énergie limitée conformes à 7.11;

7.6 Fire ignition sources

All circuits of equipment which can be classified as including primary circuits or circuits exceeding ELV voltage limits (see above) shall be considered to be an ignition source of fire. All electrical components of such circuits are considered likely to be an ignition source of fire.

7.7 Conditions for a fire enclosure

A fire enclosure is required when temperatures of parts under fault conditions could be sufficient for ignition.

7.7.1 Parts requiring a fire enclosure

Except where equipment has had all the applicable single-fault tests of 5.2 applied to both the primary and non-primary circuits, or as permitted in 7.7.2, the following are considered to have a risk of ignition and therefore require a fire enclosure.

- Components in primary circuits.
- Components in non-primary circuits supplied by power sources which exceed the limits specified in 7.11.
- Components in non-primary circuits supplied by a source complying with limited-energy circuits as specified in 7.11, but not mounted on material of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10.
- Components within a power supply unit or assembly having an output complying with a limited-energy circuit, as specified in 7.11, including overcurrent protective devices, limiting impedances, regulating networks and wiring (see 7.7.2 for exceptions), up to the point where the source output criteria for a limited-energy circuit are met.
- Components having unenclosed arcing parts, such as open switch and relay contacts in a circuit at hazardous voltage or at a hazardous energy level.
- Insulated wiring, except as permitted in 7.7.2.

7.7.2 Parts not requiring a fire enclosure

The following do not require a fire enclosure:

- motors;
- transformers;
- electromechanical components complying with 7.5;
- components, including connectors, meeting the requirements of 7.9, which fill an opening in a fire enclosure;
- wiring and cables insulated with PVC, PTFE, TFE, FEP, neoprene or polyimide;
- plugs and connectors forming part of a power supply cord or interconnecting cable;
- connectors in non-primary circuits supplied by power sources which are limited to a maximum of 15 VA under normal operating conditions and after a single-fault in the equipment;
- connectors in non-primary circuits supplied by limited-energy circuits complying with 7.11;

- les autres composants des circuits non primaires:
 - alimentés par un circuit à énergie limitée conforme à 7.11 et montés sur des matériaux d'une inflammabilité de classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux;
 - alimentés par des sources intérieures ou extérieures limitées à 15 VA en conditions normales de fonctionnement et après une condition de premier défaut de l'équipement et montés sur un matériau d'une inflammabilité de classe HB75 au minimum si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est <3 mm ou d'une inflammabilité de classe HB40 si l'épaisseur significative la plus faible de ce matériau est ≥ 3 mm;
 - équipement qui a passé tous les essais applicables de condition de premier défaut de 5.2 tant sur les circuits primaires que sur les circuits non primaires.
- les petites parties, tels que des étiquettes papier jusqu'à 1500 mm².

La conformité avec 7.7.1 et 7.7.2 est vérifiée par inspection et par évaluation des données fournies par le constructeur. Si aucune donnée n'est fournie, la conformité est vérifiée par des essais.

NOTE Si les composants deviennent excessivement chauds en condition de premier défaut et sont montés à moins de 13 mm de matériaux non métalliques d'une inflammabilité de classe V-2 ou moindre, un essai d'inflammation à fil chaud de la CEI 60695-2-12 peut être effectué sur le matériau non métallique, d'épaisseur minimum, pour déterminer s'il y a un risque d'incendie.

7.8 Exigences pour les circuits primaires et les circuits qui dépassent les limites TBT

Le risque d'incendie dans les circuits primaires et dans les circuits qui dépassent les limites TBT doit être considéré comme étant réduit jusqu'à un niveau tolérable si les circuits et l'enveloppe de l'équipement sont conformes aux exigences de construction de 7.9 ou si les transformateurs, etc. présentent une protection de surintensité ou de surchauffe conforme avec la norme CEI applicable.

7.9 Enveloppes pare-feu et barrières contre les flammes

L'enveloppe pare-feu doivent être conforme aux exigences suivantes.

- Le fond ne doit pas comporter d'ouvertures ou, dans la mesure indiquée à la Figure 3, il doit être construit avec des déflecteurs comme spécifié à la Figure 2, ou être fait en métal, perforé comme spécifié dans le Tableau 5, ou être un écran de métal avec une maille ne dépassant pas 2 mm $\times$ 2 mm de centre à centre et un diamètre de fil d'au moins 0,45 mm.
- Les cotés ne doivent pas avoir d'ouvertures à l'intérieur de la ligne délimitée par la ligne inclinée C de la Figure 3.
- L'enveloppe de l'équipement, et tous les déflecteurs ou barrières contre les flammes, doivent être en métal (excepté le magnésium) ou en matériaux non métalliques d'une classe d'inflammabilité V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.
- L'enveloppe de l'équipement, et tous les déflecteurs ou barrières contre les flammes doivent avoir une rigidité adéquate.

Une barrière contre les flammes et le fond d'une enveloppe pare-feu sont considérés comme étant conformes sans essai si, dans l'épaisseur la plus mince utilisée, le matériau est d'une d'inflammabilité de classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux.

La conformité avec 7.9 est vérifiée par inspection. En cas de doute, la classe d'inflammabilité V-1, ou mieux, doit être vérifiée sur trois échantillons conformément à la CEI 60695-11-10 .

- other components in non-primary circuits
 - supplied by a limited-energy circuit complying with 7.11 and mounted on materials of flammability class V-1 or better, of IEC 60695-11-10;
 - supplied by internal or external power sources which are limited to a maximum of 15 VA under normal operating conditions and after a single-fault in the equipment and mounted on material having a minimum flammability class HB75, if the thinnest significant thickness of this material is <3 mm or flammability class HB40 if the thinnest significant thickness of this material is ≥3 mm;
 - equipment which has had all the applicable single-fault tests of 5.2 applied to both the primary and non- primary circuits;
- small parts, such as paper labels, up to 1 500 mm².

Compliance with 7.7.1 and 7.7.2 is checked by inspection and by evaluation of the data provided by the manufacturer. In the case where no data is provided, compliance is determined by tests.

NOTE If the components become excessively hot under a single-fault condition and are mounted within 13 mm of non-metallic materials of V-2 rating or worse, then a hot wire ignition (HWI) test to IEC 60695-2-12 may be carried out on the non-metallic material, of minimum thickness, to determine if there is a risk of fire.

7.8 Requirements for primary circuits and circuits exceeding ELV limits

The risk of fire in primary circuits and circuits exceeding ELV limits shall be considered to be reduced to a tolerable level if such circuits of the equipment, and the equipment case, comply with the constructional requirements of 7.9 or the transformers etc., have overcurrent or over-temperature protection which complies with the relevant IEC standard.

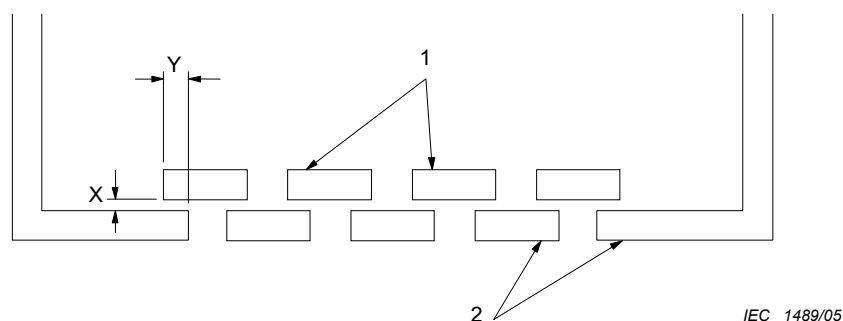
7.9 Fire enclosures and flame barriers

The fire enclosure shall meet the following requirements.

- The bottom shall have no openings or, to the extent in Figure 3, shall be constructed with baffles as specified in Figure 2 or be made of metal, perforated as specified in Table 5, 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.
- The sides shall have no openings within the area that is included within the inclined line C in Figure 3.
- The equipment case, and any baffle or flame barrier, shall be made of metal (except magnesium) or of non-metallic materials having a flammability class of V-1, or better, of IEC 60695-11-10.
- The equipment case, and any baffle or flame barrier, shall have adequate rigidity.

A flame barrier and the bottom of a fire enclosure are considered to comply without test, if in the smallest thickness used, the material is of flammability class V-1 of IEC 60695-11-10 or better.

Compliance with 7.9 is checked by inspection. In case of doubt the flammability class of V-1, or better, is checked on three samples according to IEC 60695-11-10.



Y = deux fois X mais jamais moins que 2,5 mm

Légende:

- 1 Plaques de déflecteur (peuvent se trouver sous le fond de l'enveloppe)
- 2 Fond de l'enveloppe

Figure 2 – Déflecteur

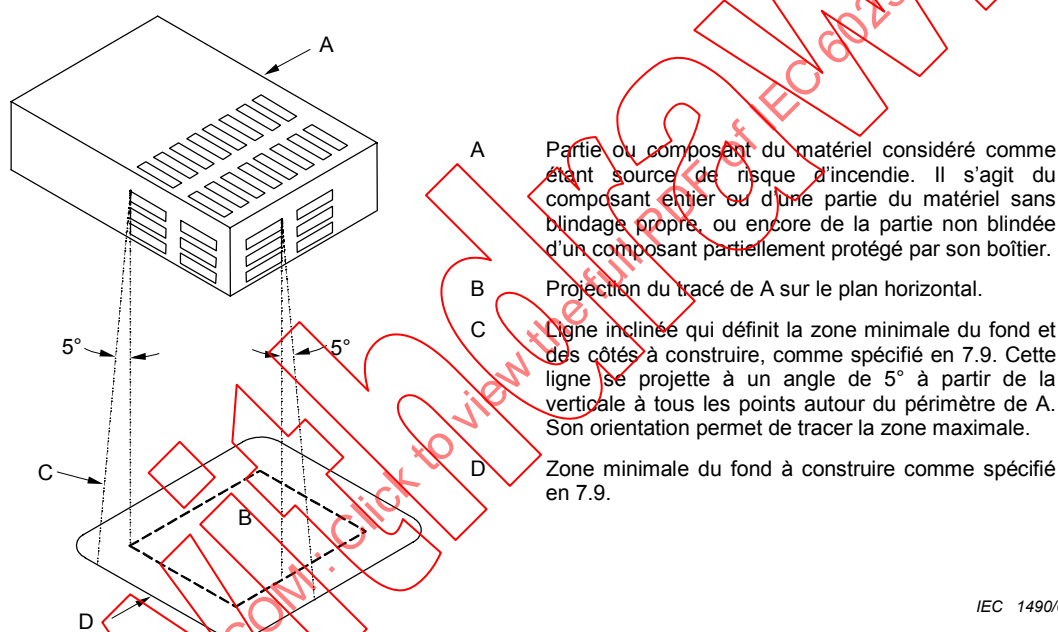
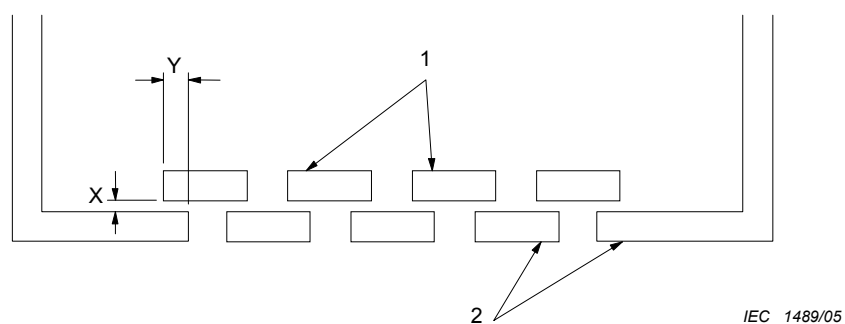


Figure 3 – Emplacement et extension d'une barrière non combustible contre les flammes

Tableau 5 – Perforations acceptables du fond de l'enveloppe d'équipement

Epaisseur minimum mm	Dimension maximum des trous (voir note) mm	Espacement minimum des trous de centre à centre mm
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

NOTE La diagonale est la dimension maximale d'un trou carré.

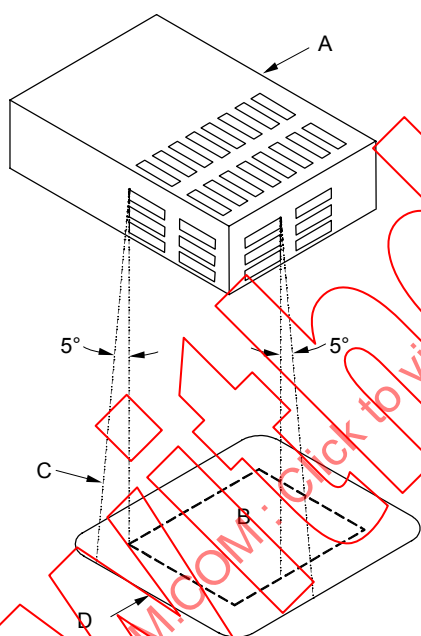


Y = twice X but never less than 25 mm

Key

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

Figure 2 – Baffle



- 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 7.9. This line projects at a 5° angle from the vertical at every point around the perimeter of A and is orientated so as to trace out the maximum area.
- D Minimum area of the bottom to be constructed as specified in 7.9.

IEC 1490/05

Figure 3 – Location and extent of a non-combustible flame barrier

Table 5 – Acceptable perforation in the bottom of an equipment case

Minimum thickness mm	Maximum dimension of holes (see note) mm	Minimum spacing of holes centre to centre mm
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

NOTE The diagonal is the maximum dimension for a square hole.

7.10 Evaluation du risque d'incendie dû à une condition de premier défaut

7.10.1 Directives pour les températures maximales acceptables lorsque l'on soumet un circuit ou un composant à une condition de premier défaut

Si ce n'est pas pratique de protéger les composants contre un échauffement excessif dans une condition de premier défaut, les composants doivent être montés sur des matériaux de classe V-1 ou mieux selon la CEI 60695-11-10. En complément, de tels composants doivent être isolés des matériaux de classes inférieures à celles de la classe V-1, par au moins 13 mm dans l'air, ou par une barrière d'isolation constituée de matériau de classe V-1 ou mieux.

Le Tableau 6 peut être appliqué aux matériaux d'une inflammabilité de classe V-1 de la CEI 60695-11-10 ou mieux quand un circuit est soumis à une condition de premier défaut.

Les températures indiquées doivent être sur le point le plus chaud de la surface d'un composant ou d'un matériau, ou à l'intérieur de ceux-ci.

Lorsqu'il n'est pas possible de se conformer aux critères donnés ci-dessus pour les composants/circuits soumis à une surchauffe en condition de premier défaut, ceux-ci doivent être efficacement blindés ou séparés pour éviter la surchauffe des matériaux et composants qui les entourent (voir 7.9). Autrement, l'équipement, monté comme en condition d'utilisation normale, peut être soumis à l'essai de conformité de 7.10.3.

7.10.2 Température des enroulements en condition d'utilisation normale ou en condition de premier défaut

Si un danger pouvait être causé par une température excessive, la température du matériau d'isolation des enroulements ne doit pas dépasser les valeurs du Tableau 6 en condition d'utilisation normale ou en condition de premier défaut.

La conformité avec 7.10.2 est vérifiée par mesure en condition d'utilisation normale et en condition de premier défaut.

Tableau 6 – Matériau d'isolation des enroulements

Classe d'isolation (voir CEI 60085)	En condition d'utilisation normale °C	En condition de premier défaut °C
Classe A	105	150
Classe B	130	175
Classe E	120	165
Classe F	155	190
Classe H	180	210
NOTE 1 Si la température d'un enroulement est déterminée en utilisant des thermocouples, ces valeurs sont réduites de 10 °C, sauf dans le cas d'un moteur ou d'un enroulement avec des thermocouples logés.		
NOTE 2 Cet article ne s'applique pas à une surcharge à court terme.		

7.10.3 Conformité de l'équipement avec les exigences pour la protection contre la propagation du feu

Se référer à 10.5.4.5 pour les essais en condition de premier défaut.

La conformité de l'équipement avec 7.10.3 avec les exigences pour la protection contre la propagation du feu est vérifiée, en tant qu'essai de type, en plaçant l'équipement sur du papier mousseline couvrant une surface de bois tendre et en couvrant l'équipement avec une seule couche d'étamine. Aucun métal fondu, isolation brûlée ou particule incandescente, etc.

7.10 Assessment of the fire risk due to a single-fault condition

7.10.1 Guidelines for maximum acceptable temperatures when subjecting a circuit or component to a single-fault condition

Where it is not practical to protect components against overheating, under a single-fault condition, the components shall be mounted on materials of flammability Class V-1 or better, of IEC 60695-11-10. Additionally, such components shall be separated from material of a class lower than flammability Class V-1 by at least 13 mm of air or by a solid barrier of material of flammability Class V-1, or better.

Table 6 may be applied to materials of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10, when a circuit is subjected to a single-fault condition.

The temperatures specified shall be at the hottest point on the surface of a component or material or within it.

Where it is not possible to meet the above criteria for components/circuits subject to overheating under fault conditions, these should be effectively shielded or separated to prevent overheating of their surrounding materials and components (see 7.9). Alternatively, the equipment, mounted as in normal operational use may be subjected to the compliance test in 7.10.3.

7.10.2 Temperature of windings under a normal operational condition or a single-fault condition

If a hazard could be caused by excessive temperature, the temperature of the insulating material of windings shall not exceed the values of Table 6 in normal operational condition or single-fault condition.

Compliance with 7.10.2 is checked by measurement in the normal operational condition and in the applicable single-fault condition.

Table 6 – Insulation material of windings

Class of insulation (see IEC 60085)	Normal operational 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
NOTE 1 If the temperature of a winding is determined using thermocouples, these values are reduced by 10 °C, except in the case of a motor, or a winding with embedded thermocouples.		
NOTE 2 This clause is not relevant to short-term overload.		

7.10.3 Compliance of equipment with requirements for protection against the spread of fire

Refer to 10.5.4.5 for single-fault testing.

Compliance of equipment to 7.10.3 with requirements for protection against the spread of fire is checked, as a safety type test, by placing the equipment on wrapping tissue, covering a softwood surface and covering the equipment with a single layer of cheesecloth. No molten metal, burning insulation, flaming particles, etc., shall fall on the surface on which the

ne doit tomber sur la surface sur laquelle repose l'équipement et il ne doit pas y avoir de carbonisation, de rougeoiement, ni d'inflammation du papier mousseline ni de l'étamine. La fonte de l'équipement d'isolation qui est sans importance au regard des exigences de la présente norme doit être ignorée.

NOTE 1 Il convient que l'étamine soit en coton blanchi d'environ 40 g/m².

NOTE 2 Le papier mousseline est défini dans l'ISO 4046: papier d'emballage mince, souple et résistant de grammage compris généralement entre 12 g/m² et 30 g/m². Il est essentiellement destiné à l'emballage, à la protection ou à la présentation des objets fragiles et des objets cadeaux.

7.11 Circuit à énergie limitée

Un circuit à énergie limitée est un circuit conforme aux critères suivants.

- a) Le potentiel qui apparaît dans le circuit ne dépasse pas 33 V r.m.s. ou 70 V c.c.
- b) Le courant qui peut apparaître dans le circuit est limité de l'une des façons suivantes:
 - 1) le courant maximum disponible est limité intrinsèquement ou par impédance de telle façon qu'il ne puisse pas dépasser la valeur appropriée du Tableau 7;
 - 2) le courant est limité par un dispositif de protection contre la surintensité conformément au Tableau 8;
 - 3) un réseau de régulation limite le courant maximum disponible pour qu'il ne puisse pas dépasser la valeur appropriée du Tableau 7 en condition d'utilisation normale ou à la suite d'une panne du réseau de réglage.
- c) Il est séparé par au moins une isolation principale des autres circuits qui pourraient entraîner des valeurs d'énergie dépassant les critères a) et b) ci dessus.

Si un dispositif de protection contre la surintensité est utilisé, il doit s'agir d'un fusible ou d'un dispositif électromécanique non ajustable et non autoréenclenchable.

La conformité avec 7.11 est vérifiée par inspection et par mesure des potentiels apparaissant dans le circuit, du courant maximum disponible, dans les conditions suivantes.

- *Les potentiels apparaissant dans le circuit sont mesurés dans l'état de charge qui maximise la tension.*
- *Le courant de sortie est mesuré après 60 s de fonctionnement avec la charge résistive (y compris le court-circuit) qui produit la valeur de courant la plus haute.*

Tableau 7 – Limites du courant maximum disponible

Tension de sortie en circuit ouvert, <i>U</i> V			Courant maximum disponible A
c.a. r.m.s.	c.c.	Crête (voir note)	
≤ 20	≤ 20	≤ 28,3	8
20 < <i>U</i> ≤ 30	20 < <i>U</i> ≤ 30	28,3 < <i>U</i> ≤ 42,4	8
–	30 < <i>U</i> ≤ 60	–	150/ <i>U</i>

NOTE La valeur de crête s'applique au c.a. non sinusoïdal et au c.c. avec une ondulation dépassant 10 %.

equipment stands, and there shall be no charring, glowing, or flaming of the tissue paper or cheesecloth. Melting of insulation material which is not of importance according to the requirements of this standard shall be ignored.

NOTE 1 The cheesecloth shall be bleached cotton of approximately 40 g/m².

NOTE 2 The wrapping tissue is defined in ISO 4046: a soft and strong lightweight wrapping paper of grammage between 12 g/m² and 30 g/m², primarily intended for protective packaging of delicate articles and for gift wrapping.

7.11 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 33 V r.m.s. or 70 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 7;
 - 2) current is limited by an overcurrent protective device according to Table 8;
 - 3) a regulating network limits the maximum available current so that it cannot exceed the relevant value of Table 7 in the normal operational use 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 to 7.11 is checked by inspection and by measuring the potentials appearing in the circuit, the maximum available current, under the following conditions.

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

Table 7 – 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 %.

Tableau 8 – Dispositif de protection contre la surintensité

Potentiel apparaissant dans le circuit, U V			Courant que le dispositif de protection coupe après 120 s maximum (voir notes 2 et 3) A
c.a. r.m.s.	c.c.	Crête (voir note)	
≤ 20	≤ 20	$\leq 28,3$	10
$20 < U \leq 30$	$20 < U \leq 60$	$28,3 < U \leq 42,4$	$200/U$

NOTE 1 La valeur de crête s'applique au c.a. non sinusoïdal et au c.c. avec une ondulation dépassant 10 %.

NOTE 2 Il convient que l'évaluation soit basée sur les caractéristiques spécifiées de coupure temps-courant du dispositif de protection qui est différent du courant de coupure assigné (par exemple, un fusible CEI 60127-1, 4 A, Type T est spécifié pour couper à 8,4 A ou moins au bout de 120 s).

NOTE 3 Le courant de coupure des fusibles dépend de la température et il convient que cela soit pris en compte si la température ambiante d'un fusible est considérablement plus élevée que la température ambiante du local.

8 Exigences générales et fondamentales de conception pour la sécurité

8.1 Conditions climatiques pour la sécurité

Les conditions climatiques de l'équipement indiquent les conditions de l'environnement immédiat.

La sécurité de l'équipement ne doit pas être diminuée par les valeurs environnementales déclarées par le constructeur. Ces conditions sont

- la température, le fonctionnement et le stockage;
- l'humidité, sans condensation;
- la pression atmosphérique.

8.2 Connexions électriques

La conception des connexions électriques de sortie et des points de connexion doit être telle que la fiabilité prévue soit maintenue pendant la durée en service de l'équipement. Il doit être tenu compte des conditions normalement rencontrées en service, par exemple la corrosion due à l'humidité, aux chocs, à la chaleur et au fluage.

La conformité des connexions de mise à la terre de protection avec 8.2 doit être vérifiée par essai.

Les fils et les câbles doivent être conformes aux normes CEI.

Les conducteurs et leurs sections transversales doivent être conformes aux exigences électriques, mécaniques et climatiques de la présente norme. De plus, la structure des conducteurs et leurs sections transversales doivent correspondre à la méthode de connexion utilisée (par exemple la méthode de connexion sans vis ni soudure doivent être conformes aux CEI 60352-1 ou 60352-2).

Les parties conductrices de courant doivent avoir la résistance mécanique et la capacité de courant nécessaire pour l'utilisation prévue.

Pour les connexions électriques, aucune pression de contact ne doit être transmise à travers un matériau d'isolation autre que la céramique ou un autre matériau dont les caractéristiques ne sont pas moins appropriées, à moins qu'il n'y ait suffisamment d'élasticité dans les parties métalliques pour compenser tout rétrécissement ou fléchissement possible du matériau d'isolation.

Table 8 – 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 should be based on the specified time-current breaking characteristics of the protection device which is different from the rated breaking current. (For example, an IEC 60127-1, 4 A, T-type 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 should be taken into account if the ambient temperature of a fuse is significantly higher than the room ambient temperature.

8 General and fundamental design requirements for safety

8.1 Climatic conditions for safety

Climatic conditions of equipment denote the conditions in the immediate environment.

The equipment safety shall not be impaired by the environmental ranges declared by the manufacturer. These conditions include

- temperature, operation and storage;
- humidity, non condensing;
- atmospheric pressure.

8.2 Electrical connections

The design of electrical terminations and connection points shall be such that the expected reliability will be maintained during the service life of the equipment. Allowance shall be made for the conditions normally encountered in service, for example, corrosion due to humidity, shocks, heat and creep.

Compliance of protective bonding, with 8.2, shall be verified by test.

Wires and cables shall be in accordance with IEC standards.

Conductors and their cross-sections shall comply with the electrical, mechanical and climatic requirements of this standard. Furthermore, the structure of the conductors and their cross-sections shall be matched to the connection method used (for example, connection method without screws or soldering shall be according to IEC 60352-1 or IEC 60352-2).

Current-carrying parts should have the necessary mechanical strength and current-carrying capacity for their intended use.

For electrical connections, no contact pressure should be transmitted through insulating material other than ceramic or other material with characteristics no less suitable, unless there is sufficient resilience in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulation material.

8.3 Composants

Se référer à l'Annexe H d'information pour des conseils en matière de sécurité sur la conception et la mise en service de composants devant être utilisés dans l'équipement entrant dans le domaine d'application de la présente norme.

8.3.1 Parties ou composants à haute intégrité

Des parties ou des composants à haute intégrité doivent être utilisés aux endroits (voir 5.1.4 et 5.2.2.1) où, si un court-circuit ou une déconnexion se produisent, une infraction aux exigences des conditions de premier défaut serait causée. Les parties et composants à haute intégrité doivent être construits, dimensionnés et essayés conformément aux publications de la CEI (lorsqu'elles sont applicables) pour que la sécurité et la fiabilité de l'application prévue soient assurées. Ils peuvent être considérés comme étant libres de défauts en relation avec la présente norme.

Exemples de ces exigences et essais sont

- essais de tension diélectrique appropriés à l'isolation double ou renforcée;
- calibrage d'au moins deux fois la dissipation (résistance);
- essais climatiques et d'endurance pour vérifier la fiabilité de la durée de vie prévue de l'équipement;
- essais de tenue pour les résistances, c'est-à-dire soit un essai de tenue à la tension de choc conforme à la CEI 61180-1, impédance de source 2 Ω , soit un essai de tension diélectrique. L'essai de tenue à la tension doit être déterminé à partir des Tableaux D.9 ou D.10 sur la double isolation.

Un dispositif électronique unique qui utilise la conduction par électrons dans le vide, un gaz ou un semi-conducteur, n'est pas considéré comme une partie à haute intégrité.

La conformité avec 8.3 est vérifiée en effectuant les essais appropriés.

8.4 Connexion aux réseaux de communications

La CEI 62151 doit être utilisée pour les ports prévus pour être connectés aux réseaux de communications.

8.5 Connexion à d'autres équipements

Exigences générales:

Lorsque l'équipement est prévu pour être connecté électriquement à un autre produit, à un accessoire ou à un réseau/circuit de communications, les circuits d'interconnexion doivent être sélectionnés pour fournir des performances constantes conformes aux exigences du Tableau A.1.

NOTE 1 Cela est normalement obtenu en connectant les circuits TBT à des circuits TBT, des circuits TBTS à des circuits TBTS, des circuits TBTP à des circuits TBTP, des circuits PEB à des circuits PEB et des circuits TNV à des circuits TNV⁸.

NOTE 2 Il est permis qu'un câble d'interconnexion porte plus d'un type de circuit (circuit TBTS, circuit présentant des tensions actives dangereuses, circuit TBT, circuit à tension dangereuse, etc.) à condition qu'ils soient séparés comme exigé par la présente norme.

NOTE 3 Les circuits TAD peuvent être connectés à d'autres circuits du même type ou à d'autres équipements présentant des caractéristiques électriques assignées compatibles.

La conformité avec 8.5 est vérifiée par inspection.

⁸ Pour la définition et les informations sur les circuits TNV, se référer à la CEI 62151.

8.3 Components

Refer to Annex H for safety-related guidance on the design and application of components for use in equipment within the scope of this standard.

8.3.1 High-integrity part or component

High-integrity parts or components shall be used in positions (see 5.1.4 and 5.2.2.1) where if short-circuiting or disconnection occurred, an infringement of the requirements in a single-fault condition would be caused. High-integrity parts and components shall be constructed, dimensioned and tested to IEC publications (where applicable) so that safety and reliability for the expected application is assured. They may be regarded as fault-free in relation to this standard.

Examples of such requirements and tests are

- dielectric voltage tests appropriate to double or reinforced insulation;
- dimensioning of at least twice the dissipation (resistor);
- climatic tests and endurance tests to ensure reliability for the expected life of the equipment;
- withstand test for resistors, i.e. either an impulse voltage withstand test to IEC 61180-1, source impedance 2 Ω , or a dielectric voltage test. The withstand test voltage shall be determined from Tables D.9 or D.10.

A single electronic device which employs electron conduction in a vacuum, gas or semiconductor is not regarded as a high integrity part.

Compliance with 8.3 is checked by performing the relevant tests.

8.4 Connection to communication networks

IEC 62151 shall be used for ports intended to be connected to communication networks.

8.5 Connection to other equipment

Where equipment is intended to be electrically connected to another product, to an accessory, or to a communication circuit/network, interconnection circuits shall be selected to provide continued performance to the requirements of Table A.1.

NOTE 1 This is normally achieved by connecting ELV circuits to ELV circuits, SELV circuits to SELV circuits, PELV circuits to PELV circuits, PEB circuits to PEB circuits and ⁸TNV circuits to TNV circuits.

NOTE 2 It is permitted for an interconnecting cable to carry more than one type of circuit (SELV circuit, TNV circuit, ELV circuit, hazardous voltage circuit, etc.) provided that they are separated as required by this standard.

NOTE 3 HLV circuits may be connected to other HLV circuits of other equipment which have compatible electrical ratings.

Compliance with 8.5 is checked by inspection.

⁸ For definitions and information on TNV circuits, refer to IEC 62151.

Lorsque des produits supplémentaires sont spécifiquement complémentaires de l'équipement hôte (principal) (par exemple une interface de contrôle séparée pour l'équipement), il est permis d'utiliser des circuits TBT comme circuits d'interconnexion entre ces éléments, à condition que ceux-ci soient toujours conformes aux exigences de la présente norme lorsqu'ils sont connectés entre eux.

8.6 Sources laser

L'équipement doit être conçu en conformité avec la CEI 60825-1.

Si l'équipement contient des lasers ou des diodes infrarouges à haute intensité de Classe 2 ou plus, l'équipement doit comporter des marquages conformément à 9.1.6.

8.7 Explosion

Pour obtenir des informations sur les composants non couverts par 8.7, voir 8.3 et l'Annexe H.

8.7.1 Composants risquant l'explosion

Lorsque des composants susceptibles d'exploser en cas de surchauffe ou de surcharge ne sont pas fournis avec un dispositif de relâchement de pression, une protection de l'utilisateur doit être incorporée à l'équipement (voir 5.2.4.5).

Les dispositifs de relâchement de pression doivent être situés de telle façon qu'une décharge ne représente pas un danger pour l'utilisateur. La construction doit être telle qu'aucun dispositif de relâchement de pression ne soit obstrué.

8.7.1.1 Batteries

Les batteries ne doivent pas provoquer d'explosion ou représenter un risque d'incendie à cause d'une charge ou d'une décharge excessive ou si elles sont installées avec une polarité incorrecte. Lorsque cela est nécessaire, une protection doit être incorporée à l'équipement, à moins que les instructions du constructeur ne précisent que l'équipement ne doit être utilisé qu'avec des batteries disposant d'une protection intégrée. Voir l'Annexe K pour des exemples de circuits de protection de batteries.

Si un risque d'explosion ou d'incendie pouvait avoir lieu si l'on installe une batterie de type incorrect (par exemple lorsqu'une batterie à protection intégrée est spécifiée), il doit y avoir un marquage d'avertissement (voir 9.1.10) sur le compartiment ou le montage de la batterie ou près de celui-ci et un avertissement dans les instructions du constructeur. Un marquage acceptable est le symbole 14, Tableau 9 (se référer à la documentation).

Si l'équipement a des dispositifs pour charger les batteries rechargeables, et si des accumulateurs non rechargeables peuvent être installés dans le compartiment de la batterie, il doit y avoir un marquage d'avertissement sur le compartiment ou près de celui-ci (voir 9.1.8 et 9.1.10).

Le compartiment de la batterie doit être conçu de telle façon qu'il n'y ait pas de possibilité d'explosion ou d'incendie par accumulation de gaz inflammables. Les batteries doivent être montées de telle façon que la sécurité ne puisse pas être compromise par des fuites de leur électrolyte.

Pour les batteries prévues pour être remplacées par l'utilisateur, si l'on essaie d'installer une batterie avec la polarité inversée, aucun danger ne doit se produire.

Where additional products are specifically complementary to the host (first) equipment (for example, a separate control interface for the equipment) ELV circuits are permitted as interconnection circuits between these items, provided that these continue to meet the requirements of this standard when connected together.

8.6 Laser sources

The equipment shall be designed in accordance with IEC 60825-1.

If the equipment contains lasers or high-intensity infra-red diodes of Class 2 rating or higher, then the equipment shall be marked according to 9.1.6.

8.7 Explosion

For information on components not covered by 8.7, see 8.3 and Annex H.

8.7.1 Components at risk of explosion

When components liable to explode if overheated or overcharged are not provided with a pressure-release device, protection for the user shall be incorporated in the equipment (see 5.2.4.5).

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

8.7.1.1 Batteries

Batteries shall not cause explosion or produce a fire hazard as a result of excessive charge or discharge or if installed with incorrect polarity. Where 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. See Annex K for examples of battery protection circuits.

If an explosion or fire hazard could occur through fitting a battery of the wrong type (for example, where a battery with built-in protection is specified), there shall be a warning marking (see 9.1.10) on or near the battery compartment or mounting and a warning in the manufacturer's instructions. An acceptable marking is symbol 14 of Table 9 (refer to documentation).

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 warning marking in or near the compartment (see 9.1.8 and 9.1.10).

The battery compartment shall be designed so that there is no possibility of explosion or fire caused by build-up of flammable gases. Batteries shall be so mounted that safety cannot be impaired by leakage of their electrolyte.

For batteries intended to be replaced by the user, if an attempt is made to install a battery with its polarity reversed, no hazard shall arise.

La conformité est vérifiée par inspection, y compris l'inspection des données de la batterie, pour établir que la défaillance d'un seul composant ne peut pas conduire à un danger d'explosion ou d'incendie. Si cela est nécessaire, un court-circuit et un circuit ouvert sont réalisés sur un seul composant (excepté la batterie elle-même) dont la défaillance pourrait conduire à un tel danger.

9 Marquages, documentation et conditionnement

9.1 Marquages

9.1.1 Généralités

Lorsqu'il est monté dans sa position normale de fonctionnement, l'équipement doit porter, lorsque cela est possible, des marquages conformes à 9.1.2 à 9.2 incluses. Chaque fois que cela est possible, ces marquages doivent être visibles de l'extérieur de l'équipement ou être visibles lorsque l'on retire un couvercle ou une ouverture sans l'aide d'un outil, si le couvercle ou l'ouverture sont prévus pour être retirés par l'utilisateur.

Lorsqu'en raison des contraintes d'espace, il n'est pas possible que ces marquages soient visibles dans la position normale de fonctionnement ou qu'ils se trouvent ailleurs sur l'équipement, une explication de ces symboles doit être incluse dans la documentation de l'équipement (voir Tableau 9 pour la description des symboles).

Pour l'équipement sur étagère ou panneau, les marquages peuvent se trouver sur toute surface qui devient visible si l'on retire l'équipement de l'étagère ou du panneau.

Les marquages qui s'appliquent à l'ensemble de l'équipement ne doivent pas être placés sur des parties qui peuvent être retirées par l'utilisateur sans l'aide d'un outil.

Pour les valeurs des tensions, courants et fréquences préférées ainsi que leurs tolérances, se référer à la CEI 60255-6.

Les marquages définis dans l'Article 9 doivent être considérés comme étant relatifs à la sécurité.

CHACQUE FOIS QUE CELA EST POSSIBLE LES MARQUAGES DE SÉCURITÉ DOIVENT PRÉVALOIR SUR LES MARQUAGES FONCTIONNELS.

9.1.2 Identification

Au minimum, l'équipement doit comporter les marquages suivants:

- nom ou marque commerciale du constructeur ou du fournisseur;
- référence du modèle ou du type;
- si un équipement portant la même désignation distinctive (numéro de modèle) est fabriqué dans plusieurs lieux, le lieu de fabrication.

NOTE Le marquage du lieu de l'usine peut être codé.

Les marquages ci-dessus sont les exigences minimales obligatoires qui doivent être présentes sur l'équipement.

La conformité avec 9.1.1 et 9.1.2 doit être vérifiée par inspection.

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.

9 Marking, documentation and packaging

9.1 Marking

9.1.1 General

When mounted in its normal operating position, the equipment should carry, where possible, markings in accordance with 9.1.2 to 9.2 inclusive. These markings shall, where possible, be visible from the exterior of the equipment or be visible by removing a cover or the opening of an aperture without the aid of a tool, if the cover or aperture is intended to be removed by the user.

Where, because of space limitations, it is not possible for these markings to be visible in the normal operating position or be elsewhere on the equipment, an explanation of these symbols shall be included in the equipment documentation (see Table 9 for the description of the symbols).

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

Markings that apply to the whole equipment shall not be placed on parts that can be removed by the user without the use of a tool.

For the values of preferred voltages, currents, frequency and their tolerances, IEC 60255-6 should be referred to.

The markings listed in Clause 9 shall be considered to be safety-related.

SAFETY MARKING SHALL WHEREVER POSSIBLE TAKE PRECEDENCE OVER ANY FUNCTIONAL MARKINGS.

9.1.2 Identification

The equipment shall, as a minimum, be marked with

- the name or trade mark of the manufacturer or supplier;
- the model or type reference;
- if equipment bearing the same distinctive designation (model number) is manufactured at more than one location, the manufacturing location

NOTE The marking of factory location may be in code.

The above are the minimum mandatory requirements that shall be marked on the equipment.

Compliance with 9.1.1 and 9.1.2 shall be checked by inspection.

9.1.3 Alimentations auxiliaires, TP, TC, E/S ⁹

9.1.3.1 Exigences générales pour le marquage

Pour le marquage, les exigences suivantes doivent être prises en compte:

- c.a. – avec le symbole 2 du Tableau 9 et la fréquence assignée ou la gamme de fréquence;
- c.c. – avec le symbole 1 du Tableau 9;
- symbole 3 du Tableau 9 sur l'équipement pour l'alimentation c.a. et c.c.;
- symbole 4 du Tableau 9 sur l'équipement pour l'alimentation c.a. triphasée;
- un trait d'union (-) doit être utilisé pour séparer les tensions nominales inférieure et supérieure, par exemple 125 V-230 V;
- pour les mesures, un trait d'union (-) ou des points de suspension (...) doivent être utilisés pour séparer les valeurs hautes et basses, par exemple, 125 V-230 V ou 125 V...230 V;
- pour les tensions ou courants sélectionnables:
 - les valeurs sélectionnables inférieure et supérieure doivent être séparées par une barre oblique (/), par exemple 125 V/230 V, 1 A/5 A;
 - lorsque l'équipement utilise des tensions ou des fréquences pour lesquelles la commutation est automatique, les marquages doivent être faits selon le symbole 15 du Tableau 9 ou le mot «AUTO»; voir les exemples du Tableau 9;
 - lorsqu'une tension de fonctionnement est obtenue en utilisant un dispositif externe séparé, par exemple une résistance en série additionnelle, l'équipement doit être marqué avec cette tension de fonctionnement suivie par la légende +EXT.R (en lettres capitales), par exemple 125 V+EXT.R;
- la charge en watts (puissance active) ou en voltampères (puissance apparente) ou le courant d'entrée assigné, avec tous les accessoires ou modules enfichables connectés.

La documentation doit indiquer la charge de chaque entrée numérique, des relais de sortie et des autres ports d'entrée/sortie à charge significative pour que l'utilisateur puisse calculer le pire cas de charge pour l'application prévue pour l'équipement.

Les valeurs doivent être mesurées avec un équipement alimenté à sa tension nominale, sans être opérationnel. La valeur mesurée ne doit pas dépasser la valeur marquée de plus de 10 %;

- la tension assignée d'alimentation ou la plage assignée de tension d'alimentation.
Si l'équipement peut être avec plus qu'une gamme de tension, alors les différentes plages de tension doivent être marquées, à moins que leurs valeurs maximum et minimum ne diffèrent pas de plus de 20 % de la valeur moyenne.
Si un utilisateur peut sélectionner différentes tensions assignées d'alimentation sur l'équipement, alors un moyen d'indication de la tension sélectionnée doit être fourni par l'équipement. Si une altération des sélections d'alimentation c.a. ou c.c. peut se faire sans l'utilisation d'un outil, alors le changement de sélection doit également modifier l'indication.

9.1.3.2 Alimentation auxiliaire

Les informations suivantes doivent être fournies:

- sur l'équipement et dans la documentation
 - le type d'alimentation c.a. et/ou c.c.;
 - les valeurs assignées.

⁹ E/S est l'abréviation de entrées/sorties. TP est l'abréviation de transformateur de potentiel. TC est l'abréviation de transformateur de courant.

9.1.3 Auxiliary supplies, VT, CT, I/O⁹

9.1.3.1 General requirements for marking

For marking the following should be taken into account:

- a.c. – with symbol 2 of Table 9 and rated frequency or frequency range;
- d.c. – with symbol 1 of Table 9;
- symbol 3 of Table 9 on equipment for a.c. and d.c. supply;
- symbol 4 of Table 9 on equipment for 3 phase a.c. supply;
- a hyphen (-) shall be used to separate the lower and upper nominal voltages, for example, 125 V-230 V;
- for measurands either a hyphen (-) or an ellipse (...) shall be used to separate the lower and upper voltages, for example, 125 V-230 V or 125 V...230 V;
- for selectable voltage or current markings:
 - the lower and upper selectable values shall be separated by means of a solidus, i.e. forward slash (/), for example, 125 V/230 V, 1 A/5 A;
 - when equipment uses voltages or frequencies where switching is automatic then the markings shall be according to symbol 15 of Table 9 or the word "AUTO" (see the examples in Table 9);
 - where an operating voltage is achieved using an external, separate device, for example, an additional series resistor, then the equipment shall be marked with this operating voltage followed by the legend +EXT.R. (in capital letters), for example, 125 V+EXT.R;
- the burden in watts (active power) or volt-amperes (apparent power) or the rated input current, with all accessories or plug-in modules connected.

The documentation shall specify the burden of individual digital inputs, output relays and other I/O ports of significant burden in order for the user to calculate the worst-case burden for the equipment application.

The values shall be measured with the equipment powered at nominal voltage, but not be operational. The measured value shall not exceed the marked value by more than 10 %;

- the rated supply voltage(s) or the rated supply voltage range.

If the equipment can be used on more than one voltage range then the separate voltage ranges shall be marked unless their maximum and minimum values do not differ by more than 20 % of the mean value.

If a user can set different rated supply voltages on the equipment then a means of indication for the set voltage shall be provided on the equipment. If a.c. or d.c. supply setting alteration can be achieved without the use of a tool then the action of changing the setting shall also change the indication.

9.1.3.2 Auxiliary supply

The following information shall be provided

- on the equipment and in the documentation:
 - a.c. and/or d.c. supply;
 - the rated values.

⁹ I/O is an abbreviation for input or output of the equipment. VT is an abbreviation of voltage transformer. CT is an abbreviation of current transformer.

- dans la documentation
 - la charge.

9.1.3.3 Entrées mesure

Les informations suivantes doivent être fournies:

- sur l'équipement et dans la documentation
 - les valeurs nominales, par exemple tension, courant, fréquence.
- dans la documentation
 - la charge;
 - la tenue vis à vis des surcharges.

9.1.3.4 Entrées

Les informations suivantes doivent être fournies

- dans la documentation
 - le type d'alimentation c.a. et/ou c.c.;
 - les valeurs assignées;
 - la charge sur l'entrée d'alimentation.

9.1.3.5 Sorties

Les informations suivantes doivent être fournies

- dans la documentation
 - le type de sortie, par exemple relais, opto-coupleur, etc.;
 - la charge sur l'entrée d'alimentation;
 - la capacité de commutation on/off;
 - la tension de commutation;
 - le courant autorisé, en tenue permanente et en tenue temporaire pour 1 s;
 - la tenue diélectrique entre les contacts ouverts.

La conformité avec 9.1.3.1 à 9.1.3.5 doit être vérifiée par inspection ou par mesure.

9.1.4 Fusibles

Si les fusibles remplaçables sont utilisés dans l'équipement, le type de fusible et ses caractéristiques (par exemple indication du temps de coupure) doivent être marqués à proximité du fusible, et des détails doivent être fournis dans le manuel d'utilisation. Si le fusible est soudé sur le circuit imprimé, ou s'il n'y a pas suffisamment d'espace sur le circuit imprimé, alors les détails concernant le fusible doivent être fournis dans le manuel utilisateur uniquement.

La vitesse de coupure doit être documentée suivant les codes de la CEI 60127-1 comme suit.

- Action très rapide: FF ou noir
- Action rapide: F ou rouge
- Retard moyen: M ou jaune
- Retard: T ou bleu
- Retard long: TT ou gris

- in the documentation:
 - the burden.

9.1.3.3 Measurands

The following information shall be provided

- on the equipment and in the documentation:
 - the nominal values, for example, voltage, current, frequency;
- in the documentation:
 - the burden;
 - the overload withstand.

9.1.3.4 Inputs

The following information shall be provided

- in the documentation:
 - a.c. and/or d.c. supply;
 - the rated values;
 - burden on the supply input.

9.1.3.5 Outputs

The following information shall be provided

- in the documentation:
 - the kind of output, for example, relay, optocoupler etc;
 - burden on the supply input;
 - the switching capability on/off;
 - the switching voltage;
 - the permissible current, continuous value and short time value for 1 s;
 - withstand voltage across open contacts.

Compliance with 9.1.3.1 to 9.1.3.5 is checked by inspection or by measurement.

9.1.4 Fuses

Where a replaceable equipment fuse is used, the fuse rating and type (for example, the indication of rupturing speed) shall be marked adjacent to the fuse and details provided in the user manual. If the fuse is soldered into the printed circuit board, or there is not sufficient space on the board, then fusing details may be provided in the user manual only.

Rupturing speed codes of IEC 60127-1 should be used, as follows.

- Very quick-acting: FF or black
- Quick-acting: F or red
- Medium time lag: M or yellow
- Time lag: T or blue
- Long time lag: TT or grey

Les fusibles de l'équipement qui ne sont pas remplaçables par l'utilisateur doivent porter les mêmes informations que ci-dessus; cela doit être indiqué dans la documentation de l'équipement.

Les caractéristiques assignées recommandées des fusibles de protection et des autres dispositifs externes de protection nécessaires pour assurer la sécurité de l'équipement en condition de premier défaut doivent être détaillées dans la documentation technique et d'installation de l'équipement.

La conformité avec 9.1.4 doit être vérifiée par inspection.

9.1.5 Bornes des circuits de mesure

Le marquage doit être adjacent aux bornes de mesure. Lorsque l'espace est insuffisant (comme dans l'équipement multiports), il est permis que le marquage se trouve sur la plaque de caractéristiques assignées ou que la borne soit marquée avec le symbole 14 du Tableau 9.

Lorsque l'espace le permet, les bornes de tension et de courant des circuits de mesure doivent être marquées avec la tension ou le courant maximum de travail assignés applicables, sinon le symbole 14 du Tableau 9 doit être utilisé.

S'il y a un risque de choc électrique dû à un contact direct accidentel c'est-à-dire, si l'accessibilité des bornes n'est pas conforme au degré de protection IP1X selon 5.1 de la CEI 60529, alors le symbole 14 et/ou 12 doit être utilisé.

Si l'équipement ne porte pas des marquages clairs indiquant qu'il n'est pas prévu pour être connecté à des tensions de plus de 33 V c.a. ou 70 V c.c. par rapport à la terre, les bornes du circuit d'entrée de tension et de courant accessibles à l'utilisateur doivent être marquées avec la tension assignée de mise à la terre.

Des exceptions sont permises lorsque les bornes du circuit sont dédiées à des bornes spécifiques d'un autre équipement, qui sont associées à un moyen d'identification. Un exemple est un circuit de mesure d'interconnexion entre 2 équipements de protection.

La conformité avec 9.1.5 doit être vérifiée par inspection.

9.1.6 Bornes et dispositifs de fonctionnement

Lorsque cela est nécessaire pour la sécurité, une indication utilisant des mots, des chiffres ou des symboles doit être donnée sur la fonction de toutes les bornes, connecteurs, commandes et voyants, y compris toutes les séquences de fonctionnement. Lorsque l'espace est insuffisant, il est permis d'utiliser le symbole 14 du Tableau 9. Dans ce cas l'information pertinente doit être fournie dans la documentation de l'équipement.

Les bornes de connexion de l'alimentation c.a. ou c.c. doivent être identifiables.

Les autres bornes et dispositifs de fonctionnement doivent être marquées comme indiqué ci-dessous; les marquages doivent se trouver près de la borne ou sur celle-ci mais ils ne doivent de préférence pas se trouver sur une partie qui peut être retirée sans l'aide d'un outil:

- bornes de mise à la terre fonctionnelle avec le symbole 5 du Tableau 9;
- bornes des conducteurs de protection avec le symbole 6 du Tableau 9;

Si la borne du conducteur de protection fait partie d'un composant (par exemple plaque à bornes) ou d'un sous-ensemble et que l'espace est insuffisant, elle peut être marquée avec le symbole 5 du Tableau 9.

Equipment fuses which are not replaceable by the user shall have the same information as above, which shall be provided in the equipment documentation.

The recommended ratings of protective fuses or other external protective devices necessary to ensure that the equipment is safe under single-fault conditions shall be detailed in the equipment installation and technical documentation.

Compliance with 9.1.4 shall be checked by inspection.

9.1.5 Measuring circuit terminals

Marking shall be adjacent to the measuring terminals. Where there is insufficient space (as in multi-port equipment), it is permissible for the marking to be on the rating plate or for the terminal to be marked with symbol 14 of Table 9.

Where space permits, voltage and current terminals of measuring circuits shall be marked with the rated maximum working voltage or current as applicable, otherwise symbol 14 of Table 9 shall be used.

If there is a direct risk of electric shock to the user, due to accidental contact i.e. terminal access does not comply with protective type IP1X according to 5.1 of IEC 60529, then symbol 14 and/or 12 of Table 9 shall be used.

Unless the equipment is clearly marked that it is not intended to be connected to voltages above 33 V a.c. or 70 V d.c. with respect to earth, then the voltage and current input circuit terminals accessible to the user shall be marked with the rated voltage to earth.

A permitted exception is where circuit terminals are dedicated to specific terminals of other equipment, which are provided with a means of identity. An example is a measuring circuit interconnection between two protective equipments.

Compliance with 9.1.5 shall be checked by inspection.

9.1.6 Terminals and operating devices

Where necessary for safety, an indication using words, numbers or symbols shall be given of the purpose of all terminals, connectors, controls and indicators, including any operating sequences. Where there is insufficient space, it is permissible to use symbol 14 of Table 9. In such cases, the relevant information shall be provided in the equipment documentation.

AC or d.c. supply input connection terminals shall be identifiable.

Other terminals and operating devices shall be marked as follows, markings should be adjacent to or on the terminal but preferably should not be on a part, which can be removed without the aid of a tool.

- Functional earth terminals with symbol 5 of Table 9.
- Protective conductor terminals with symbol 6 of Table 9.

If the protective conductor terminal is part of a component (for example, terminal block) or subassembly and there is insufficient space, then it may be marked with symbol 5 of Table 9.

Le marquage ne doit pas être apposé sur des éléments faciles à changer tels que des vis. Lorsque les connexions d'alimentation et de mise à la terre sont munies d'un appareil de prise mâle et femelle, il n'y a pas d'exigence de marquage de la connexion à la terre adjacente à cet appareil.

Les bornes de circuit conçues pour être accessibles, à une tension flottante qui n'est pas dangereuse, peuvent être connectées à une borne ou à un système commun fonctionnel de mise à la terre (par exemple un système coaxial d'écran). Cette borne doit être marquée avec le symbole 7 du Tableau 9, si cette connexion n'est pas directement intelligible.

Si l'équipement contient des lasers ou des diodes infrarouges à haute intensité de Classe 2 ou plus et que la sortie de ceux-ci peut être vue en conditions normales d'utilisation ou de maintenance, l'équipement doit être marqué conformément à la CEI 60825-1.

La conformité avec 9.1.6 doit être vérifiée par inspection.

9.1.7 Équipement protégé par une isolation double ou renforcée

L'équipement totalement protégé par une isolation double ou renforcée doit être marqué avec le symbole 11 du Tableau 9 si l'équipement n'est pas muni d'une borne de conducteur de protection ou si une connexion fonctionnelle de mise à la terre (par exemple par un écran de câble) peut être faite sur l'équipement, en condition d'utilisation normale.

L'équipement qui n'est que partiellement protégé par une isolation double ou renforcée ne doit pas porter le symbole 11 du Tableau 9.

NOTE L'isolation principale est acceptable dans la zone de bornes de l'équipement avec un isolement de Classe II si on ne peut y accéder que dans des conditions de maintenance.

La conformité avec 9.1.7 doit être vérifiée par inspection.

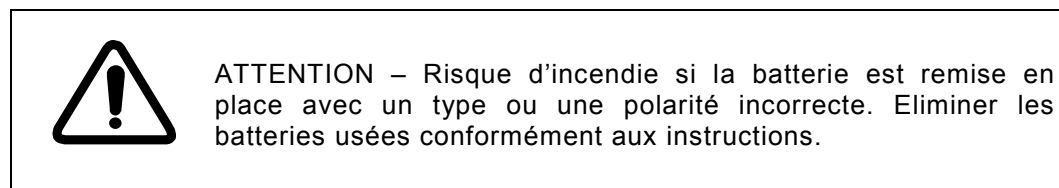
9.1.8 Batteries

9.1.8.1 Batteries remplaçables

Si l'équipement comporte des batteries remplaçables et que le remplacement de celles-ci par un type de batterie incorrect peut provoquer une explosion (par exemple dans le cas de certaines batteries au lithium), les marquages suivants sont exigés:

- si un utilisateur peut accéder à la batterie, il doit y avoir un marquage près de la batterie ou une spécification dans les instructions de fonctionnement et dans les instructions d'entretien;
- si la batterie se trouve ailleurs dans l'équipement, un marquage est nécessaire. Celui-ci doit être près de la batterie ou dans une spécification des instructions d'entretien.

Le marquage ou la spécification doivent être similaires au texte suivant:



Lorsque l'espace est limité sur l'équipement, il est permis d'utiliser le symbole 14 du Tableau 9.

La polarité de la batterie doit être marquée sur l'équipement à moins qu'il ne soit impossible d'insérer la batterie avec une polarité incorrecte.

Marking should not be indicated on easily changeable fixtures such as screws. Where the power and earth connections are provided by a plug/socket device, there is no requirement to mark the earth connection adjacent to such a device.

Circuit terminals designed to be accessible, floating at a voltage which is not hazardous live, are permitted to be connected to a common functional earth terminal or system (for example, a co-axial screening system). This terminal shall be marked with symbol 7 of Table 9, if this connection is not self-evident.

If the equipment contains lasers or high-intensity infra-red diodes of Class 2 rating or higher, and the output of these can be viewed under normal operational use or maintenance conditions, then the equipment shall be marked in accordance with IEC 60825-1.

Compliance with 9.1.6 shall be checked by inspection.

9.1.7 Equipment protected by double or reinforced insulation

Equipment protected throughout by double or reinforced insulation shall be marked with symbol 11 of Table 9, unless this equipment is provided with a protective conductor terminal or if a functional earth/ground connection (for example, via cable screen) can be made to the equipment, in normal operational use.

Equipment which is only partially protected by double or reinforced insulation shall not bear symbol 11 of Table 9.

NOTE Basic insulation is acceptable in the terminal area of insulation Class II equipment if it is accessed only under maintenance conditions.

Compliance with 9.1.7 shall be checked by inspection.

9.1.8 Batteries

9.1.8.1 Replaceable batteries

If the equipment has replaceable batteries and the replacement of these by an incorrect type of battery could result in an explosion (for example, in the case of certain types of Lithium batteries) then,

- if a user can access the battery, there shall be a marking close to the battery or a statement in both the operating instructions and servicing instructions;
- if the battery is elsewhere in the equipment, marking is required; this shall be close to the battery or in a statement included in the servicing instructions.

The marking or statement shall be similar to the following.



CAUTION – Risk of fire if battery is replaced with incorrect type or polarity. Dispose of used batteries according to instructions.

It is permissible, where space is limited on the equipment, to use symbol 14 of Table 9.

The polarity of the battery shall be marked on the equipment unless it is not possible to insert the battery with incorrect polarity.

9.1.8.2 Chargement

L'équipement qui comporte un dispositif pour le rechargement des batteries internes dans lequel des accumulateurs non rechargeables peuvent être installés et connectés dans le compartiment de la batterie doit être marqué sur ce compartiment ou près de celui-ci avec un avertissement contre le rechargement des batteries non rechargeables. Cet avertissement doit aussi indiquer le type de batterie rechargeable qui doit être utilisé dans le circuit de rechargement.

Lorsque l'espace est insuffisant, cette information doit être fournie dans la documentation de l'équipement. Dans ce cas, il est préférable que le symbole 14 du Tableau 9 se trouve près de la batterie.

La conformité avec 9.1.8.1 et 9.1.8.2 doit être vérifiée par inspection.

Tableau 9 – Symboles

Numéro	Symbole	Publication	Description
1		CEI 60417, N° 5031	Courant continu
2		CEI 60417, N° 5032	Courant alternatif
3		CEI 60417, N° 5033	Courant continu et courant alternatif
4		CEI 60417-2, N° 02-02-06	Courant alternatif triphasé
5		CEI 60417, N° 5017	Borne de mise à la terre
6		CEI 60417, N° 5019	Borne de mise à la terre de protection (PE)
7		CEI 60417, N° 5020	Borne reliée à la carcasse ou au châssis
8		CEI 60417, N° 5021	Equipotentialité
9A		CEI 60417, N° 5007	Marche (alimentation)
9B		CEI 60417, N° 5008	Arrêt (alimentation)
10		CEI 60417, N° 5010	Marche/Arrêt (alimentation)
11		CEI 60417, N° 5172	Équipement totalement protégé par une isolation double ou renforcée (équivalent à la Classe II de la CEI 61140)
12		CEI 60417, N° 5036	Attention, risque de chocs électriques

9.1.8.2 Charging

Equipment which has facilities for the re-charging of internal batteries where non-rechargeable cells could be fitted and connected in the battery compartment shall be marked in or near to this compartment, warning against the charging of non-rechargeable batteries. This warning shall also indicate the type of rechargeable battery that shall be used within the recharging circuit.

Where space does not permit, this information shall be provided in the equipment documentation. In such cases, it is preferred that symbol 14 of Table 9 be adjacent to the battery.

Compliance with 9.1.8.1 and 9.1.8.2 is checked by inspection.

Table 9 – Symbols

Number	Symbol	Publication	Description
1		IEC 60417, No. 5031	Direct current
2		IEC 60417, No. 5032	Alternating current
3		IEC 60417, No. 5033	Both direct and alternating current
4		IEC 60417-2, No. 02-02-06	Three-phase alternating current
5		IEC 60417, No. 5017	Earth (ground) terminal
6		IEC 60417, No. 5019	Protective conductor terminal
7		IEC 60417, No. 5020	Frame or chassis terminal
8		IEC 60417, No. 5021	Equipotentiality
9A		IEC 60417, No. 5007	On (Supply)
9B		IEC 60417, No. 5008	Off (Supply)
10		IEC 60417, No. 5010	On/Off (Supply)
11		IEC 60417, No. 5172	Equipment protected throughout by double insulation or reinforced insulation (equivalent to Class II of IEC 61140)
12		IEC 60417, No. 5036	Caution, risk of electric shock

Tableau 9 (suite)

Numéro	Symbole	Publication	Description
13		CEI 60417, N° 5041	Attention, surface très chaude
14		ISO 7000-0434	Attention, se référer à la documentation
15		ISO 7000-017	230/110 V AUTO ou 230/110 V

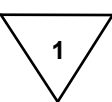
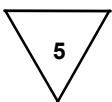
NOTE 1 Il convient de se référer à la CEI 60417-1 pour la dimension des symboles d'avertissement.

NOTE 2 Les exigences de couleur pour les symboles 12, 13 et 14 ne s'appliquent pas aux marquages sur l'équipement à condition que le symbole soit moulé ou gravé sur une profondeur ou une hauteur de 0,5 mm, ou que le symbole et son contour contrastent avec l'arrière-plan.

9.1.9 Marquage des tensions d'essai

Les symboles indiqués dans le Tableau 10 doivent être utilisés pour marquer la ou les tensions d'essai si le constructeur choisit de marquer l'équipement.

Tableau 10 – Symboles pour le marquage des tensions d'essai

Tension d'essai diélectrique	Symbole
Tension d'essai de 500 V	
Tension d'essai de plus de 500 V (Ex.: 2 kV)	
Tension d'essai aux ondes de choc	Symbole
Tension d'essai d'1 kV	
Tension d'essai de 5 kV	

9.1.10 Marquages d'avertissement

En général, pour l'équipement monté sur étagère ou sur panneau, les marquages sont permis sur toute surface qui devient visible après que l'équipement a été retiré de l'étagère ou du panneau.

Cela s'applique aussi à la plaque arrière de l'équipement monté sur étagère ou panneau lorsque l'espace est insuffisant pour les marquages d'avertissement. Dans ce cas, les symboles 14 et/ou 12 du Tableau 9 doivent être utilisés aussi près que possible de la plaque arrière.

Table 9 (continued)

Number	Symbol	Publication	Description
13		IEC 60417, No. 5041	Caution, hot surface
14		ISO 7000-0434	Caution, refer to documentation
15		ISO 7000-017	230/110 V AUTO or 230/110 V

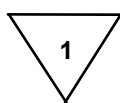
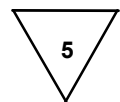
NOTE 1 IEC 60417-1 should be referred to for warning symbol dimensions.

NOTE 2 Colour requirements for symbols 12, 13 and 14 do not apply to markings on equipment provided that the symbol is moulded or engraved to a depth or raised height of 0,5 mm or that the symbol and outline are contrasting in colour with the background.

9.1.9 Test voltage marking

The symbols indicated in Table 10 shall be used for marking of the test voltage(s) if the manufacturer chooses to mark the equipment.

Table 10 – Symbols for marking of test voltage(s)

Dielectric test voltage	Symbol
Test voltage 500 V	
Test voltage above 500 V (for example, 2 kV)	
Impulse test voltage	Symbol
Test voltage 1 kV	
Test voltage 5 kV	

9.1.10 Warning markings

In general, for rack- or panel-mounted equipment, markings are permitted on any surface that becomes visible after removal of the equipment from the rack or panel.

This is also applicable to the rear plate of rack- or panel-mounted equipment where there is insufficient space for warning markings. Symbols 14 and/or 12 of Table 9 shall be used in this case, as close as possible to the rear plate.

Lorsque l'accès en condition d'utilisation normale présente un risque de chocs électriques, le marquage d'avertissement du symbole 12 du Tableau 9 doit être utilisé et il doit être visible soit depuis le panneau avant, soit après ouverture du couvercle, de la porte ou du volet sans l'aide d'un outil.

Si l'utilisateur doit se référer à la documentation de l'équipement ou à des instructions écrites, l'équipement doit être marqué avec le symbole 14 du Tableau 9.

Si la documentation de l'équipement spécifie que l'utilisateur peut accéder en utilisant un outil à une partie qui, en condition d'utilisation normale, peut être dangereuse sous tension, l'équipement doit porter un avertissement spécifiant que l'équipement doit être isolé ou déconnecté d'une tension dangereuse avant d'y accéder.

Les dimensions des marquages d'avertissement doivent être les suivantes.

- Les symboles doivent avoir une hauteur d'au moins 2,75 mm. Le texte doit mesurer au moins 1,5 mm de hauteur et être d'une couleur qui contraste avec le fond.
- Les symboles ou le texte moulés, estampés ou gravés sur un matériau doivent avoir au minimum 2,0 mm de hauteur. S'ils ne sont pas de couleurs contrastées, ils doivent avoir une hauteur ou une profondeur d'au moins 0,5 mm.

NOTE 1 Pour les exigences pour les batteries, voir la 9.1.8 ci-dessus.

NOTE 2 Il convient que les marquages ne se trouvent pas sur le fond de l'équipement, sauf pour l'équipement tenu à la main ou lorsque l'espace est limité.

La conformité avec 9.1.9 et 9.1.10 doit être vérifiée par inspection.

9.1.11 Durabilité des marquages

Tous les marquages doivent rester clairs et lisibles en condition d'utilisation normale et ils doivent résister aux effets des agents nettoyants spécifiés par le constructeur. Cela comprend aussi les effets de la lumière naturelle ou artificielle.

Un adhésif permanent doit être utilisé pour coller les étiquettes adhésives.

Après les essais de conformité, ces étiquettes ne doivent pas être détachées et leurs bords et leurs coins ne doivent pas se corner.

La conformité doit être vérifiée par inspection et en frottant avec la main, sans pression excessive:

- *pendant 15 s avec un chiffon imbibé avec l'un des agents nettoyants spécifiés par le constructeur;*
- *si aucun agent nettoyant n'est spécifié, on doit utiliser de l'eau.*

9.2 Documentation

9.2.1 Généralités

La documentation de l'équipement doit identifier clairement l'équipement et porter le nom et l'adresse du constructeur ou de son agent. Les informations de sécurité doivent être fournies avec l'équipement.

Le constructeur doit fournir, sur demande, une documentation qui comprenne les spécifications techniques, les instructions de mise en service et les instructions d'utilisation de l'équipement. S'il y a lieu, la documentation doit couvrir tous les calibrages, la maintenance et la mise hors service et l'élimination en toute sécurité de l'équipement et de toutes ses parties remplaçables.

Where access in normal operational use presents a risk of electric shock, symbol 12 of Table 9 warning marking shall be used; this shall be visible either from the front panel or be visible after removing a cover or opening a door or flap without the aid of a tool.

If the user needs to refer to equipment documentation or instruction literature then the equipment shall be marked with symbol 14 of Table 9.

If the equipment documentation states that the user is permitted access, using a tool, to any part which in normal operational use may be hazardous live, the equipment shall carry a warning stating that the equipment shall be isolated or disconnected from hazardous live voltage before access is effected.

The size of warning markings shall be as follows.

- 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.
- 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.

NOTE 1 For battery requirements, see 9.1.8.

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

Compliance with 9.1.9 and 9.1.10 shall be checked by inspection.

9.1.11 Marking durability

All markings shall remain clear and legible under conditions of normal operational use and shall resist the effects of cleaning agents as specified by the manufacturer. This shall also include the effect of natural or artificial light.

An adhesive that is permanent shall be used to secure adhesive labels

After compliance testing these labels shall not have become loose nor shall the edges and corners curl.

Compliance shall be checked by inspection and by rubbing, by hand, without undue pressure:

- *for 15 s with a cloth soaked with a cleaning agent(s) as specified by the manufacturer;*
- *if no agent is specified then with water.*

9.2 Documentation

9.2.1 General

The equipment documentation shall clearly identify the equipment and include the name and address of the manufacturer or its agent. Information for safety shall be delivered with the equipment.

The manufacturer shall provide, on request, documentation that includes the technical specification, instructions for commissioning and for the use of the equipment. Where relevant, the documentation shall cover any calibration, maintenance and subsequent safe disposal and decommissioning of the equipment and any of its replaceable parts.

Les constructeurs doivent fournir, sur demande, la documentation relative aux essais de type et aux essais individuels de série de l'équipement.

S'il y a lieu, des spécifications d'avertissement et une explication claire des symboles d'avertissement marqués sur l'équipement doivent être incluses dans la documentation. En particulier, si le symbole 14 du Tableau 9 est utilisé, il doit être spécifié que la documentation doit être consultée pour établir la nature de tout danger potentiel et toutes les actions qui doivent être entreprises pour éliminer ou minimiser ce danger.

La documentation doit comprendre les éléments suivants:

- une déclaration affirmant que l'utilisateur doit être responsable d'assurer l'intégrité de toutes les connexions de conducteur de protection avant d'entreprendre toute autre action;
- une déclaration affirmant que l'utilisateur doit aussi être responsable de vérifier les caractéristiques assignées de l'équipement, les instructions de fonctionnement et les instructions d'installation avant la mise en service ou la maintenance;
- les informations spécifiées de 9.2.2 à 9.2.5;
- l'utilisation prévue de l'équipement.

9.2.2 Caractéristiques assignées de l'équipement

La documentation de l'équipement doit comprendre les éléments suivants:

- la catégorie d'installation (catégorie de surtension) pour laquelle l'équipement est prévu (il s'agit ici de la capacité de l'équipement à résister à des surtensions transitoires);
- la tension ou la gamme de tension d'alimentation, la fréquence ou la gamme de fréquence et la puissance ou le courant assignés de l'équipement;
- la fluctuation permise à partir de la valeur nominale fonctionnelle doit aussi être spécifiée, par exemple les tensions fonctionnelles supérieure et inférieure;
- une description de toutes les connexions d'entrée et de sortie.

9.2.2.1 Fusibles et dispositifs extérieurs de protection

Le type, le courant assigné et la tension assignée de tous les fusibles internes doivent être spécifiés conformément à 9.1.4 ci-dessus. Cela inclut tous les fusibles, que l'utilisateur puisse y accéder ou non pour les remplacer.

Le type de fusible ou autre dispositif de protection recommandé doit tenir compte des capacités et de la vitesse de coupure

Le type, le courant assigné et la tension assignée de tous les fusibles ou dispositifs de protection externes nécessaires au fonctionnement en toute sécurité de l'équipement doivent être indiqués dans la documentation du produit.

S'il est recommandé qu'un interrupteur, un disjoncteur ou un autre dispositif extérieur de protection soit connecté près de l'équipement, cela doit être spécifié.

9.2.2.2 Exigences environnementales

La documentation de l'équipement doit spécifier les éléments suivants:

- l'indice de protection (IP) sur le devant de l'équipement lorsqu'il est monté dans sa position normale de fonctionnement;

Manufacturers shall supply, on request, documentation relating to equipment type tests and routine testing.

Where applicable, warning statements and a clear explanation of warning symbols marked on the equipment shall be included in the documentation. In particular, wherever Symbol 14 of Table 9 is used, there shall be a statement to the effect that the documentation shall be consulted to establish the nature of any potential hazard and any actions which need to be taken to eliminate or minimize this hazard.

The documentation shall include the following:

- a statement that the user shall be responsible for ensuring the integrity of any protective conductor connections before carrying out any other actions;
- a statement that the user shall also be responsible for checking equipment ratings, operating instructions and installation instructions before commissioning or maintenance;
- the information specified in 9.2.2 to 9.2.5;
- the intended use of the equipment.

9.2.2 Equipment ratings

The equipment documentation shall include the following:

- the installation category (overvoltage category) for which the equipment is intended (this is related to the ability of the equipment to withstand transient overvoltages);
- the supply voltage or voltage range, frequency or frequency range and power or current rating of the equipment;
- the permitted fluctuation from the nominal functional value should also be stated, for example, the lower and upper functional voltages;
- a description of all input and output connections.

9.2.2.1 Fuses and external protective devices

The type, current rating and voltage rating of any internal fuse shall be stated according to 9.1.4. This shall include fuses that may or may not be accessed by a user for replacement.

The recommended fuse type or other protective means shall take into account the switching capacity and interrupting speed.

The type, current rating and voltage rating of any external fuse or protective device required for safe operation of the equipment shall be given in the product documentation.

Where it is recommended that an external switch, circuit breaker or other protective device be connected near to the equipment, this shall be stated.

9.2.2.2 Environmental requirement

The equipment documentation shall state the following.

- The IP rating at the front of the equipment when it is mounted in its normal position of use.

- le degré de pollution de l'équipement, par exemple degré 2 de pollution lorsqu'il est monté dans sa position normale d'utilisation.

La classe d'isolement de l'équipement, par exemple équipement de Classe I lorsqu'il est monté dans sa position normale d'utilisation.

La conformité avec 9.2.1 à 9.2.2.2 doit être vérifiée par inspection.

9.2.3 Installation de l'équipement

Pour les besoins de l'installation, la documentation de l'équipement doit inclure, s'il y a lieu, ce qui suit.

- Des instructions pour le montage en toute sécurité de l'équipement y compris toutes les exigences spécifiques d'emplacement et d'assemblage.
- Des instructions relatives à la mise à la terre de protection de l'équipement. Celles-ci doivent inclure une recommandation sur le calibre du câble à utiliser et une spécification indiquant que les connexions de mise à la terre de protection ne doivent pas être enlevées lorsque l'équipement est sous tension.
- Toutes les exigences spéciales de ventilation doivent être indiquées. Cela se rapporte à la chaleur dissipée par l'équipement.
- Le constructeur doit aussi indiquer le nombre ou le pourcentage maximum de circuits d'entrée et de relais de sortie numériques qui peuvent être alimentés simultanément à la température ambiante maximale.
- Le type, les dimensions et les caractéristiques assignées des câbles nécessaires pour une installation correcte de l'équipement.
- Les informations concernant l'exigence et les spécifications de tous les dispositifs extérieurs nécessaires pour le fonctionnement en toute sécurité de l'équipement, comme indiqué en 9.2.2.1.

La conformité avec 9.2.3 est vérifiée par inspection.

9.2.4 Mise en service et maintenance de l'équipement

Les instructions sur l'équipement fournies à l'utilisateur concernant la maintenance et l'inspection préventives doivent être suffisamment détaillées pour assurer la sécurité de ces procédures. Ces instructions doivent inclure des recommandations concernant la mise à la terre de sécurité et la mise hors tension de l'équipement s'il y a lieu.

Les éléments suivants doivent aussi être inclus, s'il y a lieu.

- Des instructions pour la localisation et la réparation des pannes, lorsqu'elles sont applicables à un utilisateur, doivent être fournies dans la mesure où elles concernent le fonctionnement et la maintenance.
- Le constructeur doit spécifier toutes les parties qui ne doivent être examinées ou fournies que par le constructeur ou son agent.
- Le constructeur doit indiquer des méthodes sûres pour le changement et l'élimination de
 - tous les fusibles accessibles à l'utilisateur, avec leur type et leurs caractéristiques assignées conformément à 9.1.4;
 - toutes les batteries remplaçables, par exemple au lithium, et/ou les recharges s'il y a lieu;
 - la méthode de rechargement et/ou de remplacement en toute sécurité pour les batteries rechargeables avec des recommandations sur les recharges appropriées s'il y a lieu;

- The pollution degree for the equipment for example, pollution degree 2 when mounted in its normal position of use.

The insulation class of the equipment for example, Class I equipment when mounted in its normal position of use.

Compliance with 9.2.1 to 9.2.2.2 is checked by inspection.

9.2.3 Equipment installation

For installation purposes the equipment documentation shall include, as appropriate:

- instructions relating to the safe mounting of the equipment including any specific location and assembly requirements;
- instructions relating to the protective earthing of the equipment. This shall include a recommendation of the size of wire to be used and a statement indicating that protective earth connections should not be removed when the equipment is energized;
- any special ventilation requirements shall be stated. This is related to the heat dissipated by the equipment;
- the manufacturer shall also indicate the maximum number of percentage of digital input circuits and output relays, which may be energized simultaneously at the maximum ambient temperature;
- wire type, size and rating necessary for correct installation of the equipment;
- information regarding the requirement for and the specification of any external devices required for the safe operation of the equipment, as in 9.2.2.1.

Compliance with 9.2.3 is checked by inspection.

9.2.4 Equipment commissioning and maintenance

Equipment instructions given to the user concerning preventative maintenance and inspection shall be given in sufficient detail to ensure the safety of these procedures. Instructions shall include recommendations relating to safety earthing and de-energization of the equipment, where applicable.

The following shall also be included, where applicable.

- Instructions for fault-finding and repair, where applicable to a user, shall be given to the extent that is relevant for operation and maintenance.
- The manufacturer shall specify any parts, which shall only be examined or supplied by the manufacturer or his agent.
- The manufacturer shall specify the safe methods for changing and disposal of
 - any fuses accessible to the user, including type and ratings as per 9.1.4;
 - any replaceable batteries, for example, Lithium, and/or suitable replacements where applicable;
 - the method of safe re-charging and/or replacement for re-chargeable batteries with recommendation of suitable replacements where applicable;

- l'utilisateur doit être averti du fait que, si des dispositifs de sorties de communication par fibre optique sont installés, ceux-ci ne doivent pas être regardés directement.

La conformité avec 9.2.4 doit être vérifiée par inspection.

9.2.5 Fonctionnement de l'équipement

Les instructions d'utilisation de l'équipement doivent comprendre ce qui suit.

- Avant de travailler sur des circuits TC, ceux-ci doivent être court-circuités.
- Une spécification indiquant que l'utilisateur a la responsabilité de s'assurer que l'équipement est installé pour sa fonction prévue, et qu'il est utilisé et fonctionne de la façon spécifiée par le constructeur. Il faudra aussi spécifier que, si cela n'est pas le cas, les protections de sécurité fournies par l'équipement peuvent être affaiblies.
- Une explication et, si possible, des dessins des symboles utilisés sur l'équipement conformément à 9.1 ci-dessus.

9.3 Conditionnement

9.3.1 Généralités

La présente norme ne couvre pas le transport de l'équipement entre le constructeur et l'utilisateur. Cependant, il doit être de la responsabilité du constructeur de s'assurer que ce transport sera effectué de façon à assurer une manutention en toute sécurité en ce qui concerne l'équipement, le transporteur et l'utilisateur.

Il n'est pas possible de quantifier totalement les chocs et les impacts qui pourraient se produire sur l'équipement pendant son transport jusqu'au site de l'utilisateur.

Par conséquent, le constructeur doit s'assurer que l'équipement est convenablement conditionné pour supporter sans dommage une manutention raisonnable et des conditions environnementales appropriées pour la ou les méthodes de transport jusqu'à l'adresse de livraison.

L'utilisateur doit effectuer une inspection visuelle pour vérifier que l'équipement n'a pas été endommagé pendant le transport.

9.3.2 Marquage du conditionnement

Lorsque cela est approprié, le conditionnement des éléments individuels d'équipement doit porter les marquages suivants:

FRAGILE, MANIPULER AVEC PRÉCAUTION, MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

- Le nom et/ou le logo du constructeur.
- La référence du type d'équipement.
- Lorsque cela est approprié, pour faciliter le transport, les emballages qui contiennent plusieurs pièces peuvent porter le marquage du poids total de l'emballage multiple (en mesures métriques).

9.3.2.1 Etiquettes supplémentaires d'avertissement à apposer de façon appropriée

Les exemples suivants sont des avertissements habituels de la gamme ISO 780:1999, Tableau 1.

Les autres symboles présentés dans ce tableau peuvent être utilisés sur les emballages s'ils sont considérés comme étant appropriés pour une manutention en toute sécurité de l'équipement et pour les conditions de transport prévues.

- the user shall be warned that where fibre-optic communication output devices are fitted, these should not be viewed directly.

Compliance with 9.2.4 is checked by inspection.

9.2.5 Equipment operation

Operating instruction for the equipment shall include the following.

- Before working on CT circuits, these shall be short-circuited.
- A statement indicating that it is the responsibility of the user to ensure that the equipment is installed, operated and used for its intended function in the manner specified by the manufacturer. Also that, if this is not the case, then any safety protection provided by the equipment may be impaired.
- An explanation of, and where possible pictures of, symbols used on the equipment according to 9.1.

9.3 Packaging

9.3.1 General

The scope of this standard does not cover the transportation of equipment between the manufacturer and the user. However, it shall be the manufacturer's responsibility to ensure that this transportation shall be carried out in a manner that ensures safe handling with respect to the equipment, transporter and user.

It is not possible to fully quantify any shocks and impacts likely to be experienced by equipment during its transportation to a user's site.

The manufacturer shall, therefore, ensure that the equipment is suitably packaged to withstand, without damage, reasonable handling and environmental conditions appropriate to the method(s) of transportation to the user's delivery address.

A visual inspection should be made by the user to check that the equipment has not been damaged during transportation.

9.3.2 Marking of packaging

Where appropriate the packaging of equipment shall be marked with the following.

FRAGILE HANDLE WITH CARE, ELECTRICAL EQUIPMENT.

- The manufacturer's name and/or logo.
- Equipment type reference.
- Where appropriate, to aid transportation, packages containing more than one piece of equipment, should be marked with the total 'multi-package' weight (in metric measures).

9.3.2.1 Additional warning labels, fitted as appropriate

The following are typical examples of the range shown in ISO 780:1999, Table 1.

Other symbols shown in this table may be used on packaging as deemed appropriate to the safe handling and delivery of equipment and the transport conditions to be used.

- Avertissement "FRAGILE". Cet avertissement peut être écrit dans une langue approuvée ou en image, en utilisant le symbole 1 du Tableau 1 de l'ISO 780, ou les deux.
- "HAUT", indication d'orientation du symbole 2 du Tableau 1 de l'ISO 780.
- "TENIR AU SEC", indication d'orientation du symbole 6 du Tableau 1 de l'ISO 780.
- "ÉLINGUER ICI", indication d'orientation du symbole 16 du Tableau 1 de l'ISO 780.
- "CENTRE DE GRAVITÉ", indication d'orientation du symbole 7 du Tableau 1 de l'ISO 780.

10 Essais de type et essais individuels de série

Les essais définis dans cette article sont nécessaires pour démontrer que l'équipement est totalement conforme aux exigences de sécurité spécifiées dans la présente norme, ainsi qu'à la déclaration du fabriquant.

Tableau 11 – Vue d'ensemble des essais

Essai	Référence	Essai de type ²⁾		Essai individuel de série ³⁾
		Validation (informatif)	Sécurité (normatif)	
Essais environnementaux				
Essai de chaleur sèche en fonctionnement	10.5.1.1	X	---	---
Essai au froid en fonctionnement	10.5.1.2	X	---	---
Essai de chaleur sèche à la température maximale de stockage	10.5.1.3	X	---	---
Essai de froid à la température minimale de stockage	10.5.1.4	X	---	---
Essai de chaleur humide	10.5.1.5	X	---	---
Température cyclique avec humidité (alternative à l'essai de température humide)	10.5.1.6	X	---	---
Vibration	10.5.2.1.1	X	---	---
Choc	10.5.2.1.2	X	---	---
Secousse	10.5.2.1.3	X	---	---
Séisme	10.5.2.1.4	X	---	---
Essais en relation avec la sécurité				
Distances dans l'air et lignes de fuite	10.5.2.2	---	X	---
Indice de protection (IP)	10.5.2.3	---	X	---
Tension de choc	10.5.3.1	---	X	---
Tenue diélectrique c.a. ou c.c.	10.5.3.2	---	X	X
Résistance d'isolement	10.5.3.3	X	---	---
Résistance de la liaison de protection	10.5.3.4.1	---	X	---
Continuité de la liaison de protection	10.5.3.4.2	---	---	X
Inflammabilité des matériaux d'isolation, des composants et des enveloppes pare-feu ⁴⁾	10.5.4.2	---	X ⁴⁾	---
Conditions de premier défaut	10.5.4.5	---	X	---
Essais d'environnement électrique				
Température maximale des parties et des matériaux	10.5.4.1	X	---	---
Tenue thermique de courte durée	10.5.4.3	X	---	---
Pouvoir de fermeture et tenue permanente des relais de sortie	10.5.4.4	X	---	---

- 'FRAGILE' warning. This may be written, in an approved language, pictorial according to symbol 1 of Table 1 of ISO 780 or both.
- 'THIS WAY UP' orientation indication according to symbol 2 of Table 1 of ISO 780.
- 'KEEP DRY' according to symbol 6 of Table 1 of ISO 780.
- 'SLING HERE' according to symbol 16 of Table 1 of ISO 780.
- 'CENTRE OF GRAVITY' according to symbol 7 of Table 1 of ISO 780.

10 Type tests and routine tests

Testing, as defined in this clause, is required to demonstrate that the equipment is fully in accordance with the safety requirements specified in this standard and also the manufacturer's claims.

Table 11 – Overview of tests

Test	Reference	Type tests ²⁾		Routine test ³⁾
		Validation ¹⁾ (informative)	Safety (normative)	
Environmental tests				
Dry-heat test – operational	10.5.1.1	X	---	---
Cold test – operational	10.5.1.2	X	---	---
Dry-heat test at maximum storage temperature	10.5.1.3	X	---	---
Cold test at minimum storage temperature	10.5.1.4	X	---	---
Damp-heat test	10.5.1.5	X	---	---
Cyclic temperature with humidity (alternative to the damp heat test)	10.5.1.6	X	---	---
Vibration	10.5.2.1.1	X	---	---
Shock	10.5.2.1.2	X	---	---
Bump	10.5.2.1.3	X	---	---
Seismic	10.5.2.1.4	X	---	---
Safety-related tests				
Clearances and creepage distances	10.5.2.2	---	X	---
IP rating	10.5.2.3	---	X	---
Impulse voltage	10.5.3.1	---	X	---
AC or d.c. dielectric voltage	10.5.3.2	---	X	X
Insulation resistance	10.5.3.3	X	---	---
Protective bonding resistance	10.5.3.4.1	---	X	---
Protective bonding continuity	10.5.3.4.2	---	---	X
Flammability of insulating materials, components and fire enclosures ⁴⁾	10.5.4.2	---	X ⁴⁾	---
Single-fault condition	10.5.4.5	---	X	---
Electrical environment tests				
Maximum temperature of parts and materials	10.5.4.1	X	---	---
Thermal short time	10.5.4.3	X	---	---
Output relay, make and carry	10.5.4.4	X	---	---

Tableau 11 (suite)

1)	Les essais de validation sont normalement effectués en tant qu'essais de type pendant le développement du produit, mais ils peuvent avoir un impact sur la sécurité du produit. Après les essais de validation, la conformité de l'EST avec les exigences de sécurité doit être vérifiée, par exemple en raison des risques de craquelures ou de distorsions des parties qui fournissent l'isolation.
2)	La conformité avec les exigences d'essais de type peut être vérifiée par essai, mesure, inspection visuelle ou évaluation selon les cas, par exemple mesure des distances dans l'air et des lignes de fuite (ou inspection visuelle lorsque les distances sont évidemment grandes) ou argumentation technique telle que l'évaluation en condition de premier défaut lorsque les résultats sont connus. Pour déclarer la conformité, il ne doit pas y avoir de danger de chocs électriques ni d'incendie pendant et après la conduite normale des essais de type.
3)	Pour un guide sur les essais sur échantillons, se référer à 10.5.3.2.1.3.
4)	Des essais sur des parties en plastique peuvent être nécessaires lorsque le matériau n'est pas conforme aux exigences minimales d'inflammabilité spécifiées dans l'Article 7 ou que son épaisseur est en dessous du minimum spécifié pour que ce matériau soit conforme aux exigences minimales d'inflammabilité.
X: applicable	
---: pas applicable	

Des essais d'état d'une condition de premier défaut doivent être effectués sauf s'il peut être démontré qu'il est improbable qu'un danger puisse découler d'un état d'une condition de premier défaut particulier (voir 5.2).

10.1 Essais de type de sécurité

Les essais de type de sécurité sont normatifs et sont effectués pour vérifier que l'équipement est conforme aux exigences de sécurité de la présente norme. Sauf indication contraire, les essais de type de sécurité peuvent être effectués dans n'importe quelle séquence appropriée. Un essai de type de sécurité peut être effectué sur un prototype ou sur différents échantillons du même type.

Sauf accord contraire, les essais de type de sécurité doivent être effectués sur tout l'équipement qui n'a pas préalablement subi un essai de type de sécurité satisfaisant ou qui a subi des modifications qui pourraient affecter ses performances.

Lorsque certains détails de l'équipement sont modifiés, le ou les essais de type de sécurité dont les résultats pourraient être affectés par les modifications doivent être répétés.

L'essai de type de sécurité peut être effectué par le constructeur ou par un organisme d'essai indépendant. Le constructeur doit fournir au client l'accès aux preuves documentaires des résultats satisfaisants si celui-ci les demande.

10.2 Essais individuels de série ou essais par prélèvement

La norme prescrit la réalisation d'un essai individuel de série ou d'un essai par prélèvement¹⁰ pour confirmer que les caractéristiques de la conception de l'équipement pour la protection contre les chocs électriques ont été maintenues. Sauf spécification contraire, ces essais peuvent être effectués dans n'importe quelle séquence.

10.3 Conditions générales pour les essais

Les essais doivent être effectués dans les conditions communes d'essai indiquées dans la CEI 60255-6.

Les données suivantes doivent être accessibles sur demande chez le constructeur pour chaque essai à effectuer:

¹⁰ Voir 10.5.3.2.1.2 pour de plus amples détails sur les essais individuels de série et, 10.5.3.2.1.3 pour les exigences nécessaires pour les essais par prélèvement.

Table 11 (continued)

1)	Validation tests are normally carried out as type tests during product development but they may have an impact on product safety. After validation testing, the EUT should be checked for compliance with safety requirements, for example, due to cracking or distortion of parts providing insulation.
2)	Compliance with type-test requirements may be carried out by testing, measurement, visual inspection or assessment, as appropriate, for example, clearance and creepage distance measurement (or visual inspection where the distances are obviously large) or technical argument such as assessment of single-fault conditions where the result would be known. There shall be no electrical shock or fire hazard during or after conducting the normally applied type tests to demonstrate claimed compliance.
3)	For sample test guidance, refer to 10.5.3.2.1.3.
4)	Testing of plastic parts may be necessary where the material does not meet the minimum flammability specified in Clause 7, or its thickness is below the minimum specified for that material to achieve the required minimum flammability.
X: applicable	
---: not applicable	

Single-fault testing shall be carried out unless it can be demonstrated that it is improbable that a hazard may arise from a particular single-fault condition (see 5.2).

10.1 Safety type tests

Safety type tests are normative and carried out in order to verify that the equipment complies with the safety requirements of this standard. Unless otherwise specified, safety type tests may be carried out in any appropriate sequence. A safety type test may be carried out on a pre-production sample or on different samples of the same type.

Unless otherwise agreed, safety type tests shall be performed on all equipment which has not previously been the subject of satisfactory safety type testing or which has been the subject of modifications which could affect the performance of the equipment.

Where certain details of the equipment are altered, the particular safety type test(s) whose results could be affected by the alterations shall be repeated.

The safety type test may be carried out by the manufacturer or an independent test house. The manufacturer shall provide the customer with access to documentary evidence of satisfactory results when required to do so.

10.2 Routine testing or sample testing

It is normative to conduct either a routine test or a sample¹⁰ test to confirm that the equipment's design features for protection against electric shock have been maintained. Unless otherwise specified, these tests may be carried out in any sequence.

10.3 Conditions for testing

The tests shall be performed under the common test conditions given in IEC 60255-6.

The following data for each test to be conducted shall be accessible from the manufacturer on request:

¹⁰ See 10.5.3.2.1.2 for further detail on routine testing and 10.5.3.2.1.3 for the necessary requirements for sample testing.

- la superficie de la section transversale et la longueur des câbles de connexion si ceux-ci peuvent affecter les résultats de l'essai de type, par exemple une augmentation de la température;
- pour les essais de vibration, les détails des connexions de sortie des câbles et les torsades, y compris la position des supports des torsades de fils;
- précision des mesures et tolérance admise pour toutes les mesures.

Lorsqu'il y a lieu, les données doivent inclure

- les mesures initiales;
- les mesures pendant l'essai individuel;
- les mesures finales.

10.4 Procédure de vérification

La procédure de vérification doit assurer que l'équipement est conforme à ses spécifications et qu'il fonctionne correctement pendant les mesures initiales au début de la séquence d'essai et qu'il conserve ses caractéristiques de conception pendant tous les essais individuels suivants lorsque cela a été spécifié.

Mesure initiale, mesure pendant chaque essai, mesure finale.

L'exception à ce qui précède concerne les essais d'état d'une condition de premier défaut pour lesquels la seule vérification requise est que l'équipement ne présente pas un danger d'incendie ou de chocs électriques.

Dans une séquence d'essai, si les mesures finales du test précédent correspondent aux mesures initiales de l'essai suivant, il n'est pas nécessaire de faire deux fois ces mesures; une seule fois suffit.

Les mesures ci-dessus comprennent une inspection visuelle et un test court de fonctionnement.

10.5 Essais

10.5.1 Essais d'environnement climatique

10.5.1.1 Essai de chaleur sèche – en fonctionnement

L'essai de fonctionnement à chaleur sèche doit être effectué conformément au Tableau 12 pour prouver la résistance de l'équipement à la chaleur pendant qu'il est en fonctionnement.

Tableau 12 – Essai de chaleur sèche – Fonctionnement

Sujet	Conditions d'essai
Référence de l'essai	Essai Bd de la CEI 60068-2-2
Préconditionnement	Conformément aux spécifications du constructeur
Mesures initiales	Conformément à 10.4 et 10.5.3.2
Conditions	Fonctionnant à la charge/courant assignée par le constructeur ¹⁾
Température de fonctionnement	Température maximale de fonctionnement spécifiée par le constructeur, les valeurs doivent être extraites de 37.1 de la CEI 60068-2-2. Taux maximum de changement de température 1° C/min sur une période de 5 min
Précision	±2 °C (voir 37.1 de la CEI 60068-2-2)

- the cross-sectional area and length of connecting cables, if these can affect the type test results for example, temperature rise;
- for vibration testing, details of cable terminations and looming, including the position of wire loom supports;
- measurement accuracy and tolerance permitted for all measurements.

Where applicable, the data shall include

- initial measurement;
- measurement during the individual test;
- final measurement.

10.4 Verification procedure

The verification procedure shall ensure that the equipment is in accordance with its specification and that it functions correctly during the initial measurement at the beginning of the test sequence and maintains its design characteristics throughout all the following individual tests where this has been specified.

Initial measurement, measurement during the individual test, final measurement:

The exception to this is after single-fault condition testing where the only verification required is that the equipment does not pose a fire or electric shock hazard.

In a test sequence where the final measurement of the previous test corresponds to the initial measurement of the succeeding individual test, it is not necessary to do these measurements twice, i.e. once is sufficient.

The above measurements comprise a visual inspection and a shortened performance test.

10.5 Tests

10.5.1 Climatic environmental tests

10.5.1.1 Dry-heat test – operational

The dry-heat operational test shall be performed according to Table 12 to prove the resistance of the equipment to heat, whilst operational.

Table 12 – Dry-heat test – Operational

Subject	Test conditions
Test reference	Test Bd of IEC 60068-2-2
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 10.4 and 10.5.3.2
Conditions	Operated at manufacturer's rated load/current ¹⁾
Operational temperature	As per manufacturer's maximum specified operating temperature, value should be chosen from 37.1 of IEC 60068-2-2. Maximum rate of change of temperature 1° C per min, over a 5 min period.
Accuracy	±2 °C (see 37.1 of IEC 60068-2-2)

Tableau 12 (suite)

Humidité	Conformément à 36.1.5 de la CEI 60068-2-2, essai Bd
Durée de l'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou chargement	Fonctionnement correct à la charge/courant assigné
Sujet	Conditions d'essai
Procédure de rétablissement:	Voir 42 de la CEI 60068-2-2.
- temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les tests doivent être conduits dans cette période.
- conditions climatiques	Conditions de référence de la CEI 60255-6
- alimentation électrique	Alimentation électrique coupée
Mesures finales	Conformément à 10.4 et 10.5.3.2
¹⁾ Le constructeur doit déclarer le nombre de circuits d'entrée TOR, ainsi que les relais de sortie sous tension et portant le courant maximum assigné pendant l'essai.	

10.5.1.2 Fonctionnement au froid – en fonctionnement

Les tests au froid en fonctionnement doivent être conduits selon le Tableau 13 pour prouver la tenue au froid de l'équipement.

Tableau 13 – Fonctionnement au froid – en fonctionnement

Sujet	Conditions d'essai
Référence de l'essai	Test Ad de la CEI 60068-2-1
Préconditionnement	Conformément aux spécifications du constructeur
Mesures initiales	Conformément à 10.4 et 10.5.3.2
Conditions	Fonctionnant à la charge/courant assignée par le constructeur ¹⁾
Température de fonctionnement	Température minimale de fonctionnement spécifiée par le constructeur, les valeurs doivent être extraites de 26.1 de la CEI 60068-2-1. Taux maximum de changement de température 1° C/min sur une période de 5 min
Précision	±2 °C (voir 37.1 de la CEI 60068-2-2)
Humidité	Pas applicable
Durée de l'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou chargement	Fonctionnement correct à la charge/courant assigné
Procédure de rétablissement:	Voir 31 de la CEI 60068-2-1.
- temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les tests doivent être conduits dans cette période.
- conditions climatiques	Conditions de référence de la CEI 60255-6
- alimentation électrique	Alimentation électrique coupée
Mesures finales	Conformément à 10.4 et 10.5.3.2
¹⁾ Le constructeur doit déclarer le nombre de circuits d'entrée TOR, ainsi que les relais de sortie sous tension et portant le courant maximum assigné pendant l'essai.	

10.5.1.3 Essai de chaleur sèche à la température maximale de stockage

L'essai de stockage à chaleur sèche doit être effectué conformément au Tableau 14 pour prouver la résistance de l'équipement à la chaleur de stockage.

Table 12 (continued)

Subject	Test conditions
Humidity	According to 36.1.5 of IEC 60068-2-2, test Bd
Duration of exposure	16 h minimum
Measuring and/or loading	Correct function at rated load/current
Recovery procedure:	(See 42 of IEC 60068-2-2)
- time	1 h min. to 2 h max., all tests to be conducted during that period.
- climatic conditions	IEC 60255-6 standard reference conditions
- power supply	Power supply switched off
Final measurements	According to 10.4 and 10.5.3.2
¹⁾ The manufacturer should declare the number of digital input circuits and output relays energized and carrying maximum rated current during the test.	

10.5.1.2 Cold test – Operational

The operational cold test shall be performed according to Table 13 to prove the resistance of the equipment to cold, whilst operational.

Table 13 – Cold test – operational

Subject	Test conditions
Test reference	Test Ad of IEC 60068-2-1
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 10.4 and 10.5.3.2
Conditions	Operated at manufacturer's rated load/current ¹⁾
Operational temperature	According to manufacturer's minimum specified operating temperature, value should be chosen from 26.1 of IEC 60068-2-1. Maximum rate of change of temperature 1° C per min, over a 5 min period.
Accuracy	±3 °C (see 26.1 of IEC 60068-2-1)
Humidity	Not applicable
Duration of exposure	16 h min.
Measuring and/or loading	Correct function at rated load/current
Recovery procedure:	(See 31 of IEC 60068-2-1)
- time	1 h min. to 2 h max., all tests to be conducted during that period.
- climatic conditions	IEC 60255-6 standard reference conditions
- power supply	Power supply switched off
Final measurements	According to 10.4 and 10.5.3.2
¹⁾ The manufacturer should declare the number of digital input circuits and output relays energized and carrying maximum rated current during the test.	

10.5.1.3 Dry heat test at maximum storage temperature

The dry heat storage test shall be performed according to Table 14 to prove the resistance of the equipment to storage heat.

Tableau 14 – Essai de chaleur sèche, température de stockage

Sujet	Conditions d'essai
Référence de l'essai	Essai Bd de la CEI 60068-2-2
Préconditionnement	Conformément aux spécifications du constructeur
Mesures initiales	Conformément à 10.4 et 10.5.3.2
Conditions	Hors tension
Température de stockage	Température maximale de stockage spécifiée par le constructeur, les valeurs doivent être extraites de 15.1 de la CEI 60068-2-2 Taux maximum de changement de température 1°C/min sur une période de 5 min
Précision	± 2°C (voir 15.1 de la CEI 60068-2-2)
Humidité	Conformément à 14.3 de la CEI 60068-2-2, essai Bd
Durée de l'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou chargement	Sans objet
Procédure de rétablissement:	(Voir 20 de la CEI 60068-2-2)
- temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les tests doivent être conduits dans cette période
- conditions climatiques	Conditions de référence de la CEI 60255-6
- alimentation électrique	Alimentation électrique coupée
Mesures finales	Conformément à 10.4 et 10.5.3.2

10.5.1.4 Essai de froid à la température minimale de stockage

L'essai de stockage à froid doit être effectué conformément au Tableau 15 pour prouver la résistance de l'équipement au stockage à froid.

Tableau 15 – Essai à froid, température de stockage

Sujet	Conditions d'essai
Référence de l'essai	Essai Ab de la CEI 60068-2-1
Préconditionnement	Conformément aux spécifications du constructeur
Mesures initiales	Conformément à 10.4 et 10.5.3.2
Conditions	Hors tension
Température de stockage	Conformément à la température de stockage minimale spécifiée par le constructeur, il convient de choisir la valeur dans 15.1 de la CEI 60068-2-1. Taux maximum de changement de température 1°C/min sur une période de 5 min
Précision	± 3°C (voir 15.1 de la CEI 60068-2-1)
Humidité	Pas applicable
Durée de l'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou chargement	Sans objet
Procédure de rétablissement:	(Voir 20 de la CEI 60068-2-1)
- temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les tests doivent être conduits dans cette période
- conditions climatiques	Conditions de référence de la CEI 60255-6
- alimentation électrique	Alimentation électrique coupée
Mesures finales	Conformément à 10.4 et 10.5.3.2

Table 14 – Dry heat test, storage temperature

Subject	Test conditions
Test reference	Test Bb of IEC 60068-2-2
Pre-conditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 10.4 and 10.5.3.2
Conditions	Unenergized
Storage temperature	According to manufacturer's maximum specified storage temperature, value should be chosen from 15.1 of IEC 60068-2-2. Maximum rate of change of temperature 1°C per min, over a 5 min period.
Accuracy	± 2°C (see 15.1 of IEC 60068-2-2)
Humidity	According to 14.3 of IEC 60068-2-2, test Bb
Duration of exposure	16 h min.
Measuring and/or loading	Not applicable
Recovery procedure:	(See 20 of IEC 60068-2-2)
- time	1 h min. to 2 h max., all tests to be conducted during that period.
- climatic conditions	IEC 60255-6 standard reference conditions
- power supply	Power supply switched off
Final measurements	According to 10.4 and 10.5.3.2

10.5.1.4 Cold test at minimum storage temperature

The cold storage test shall be performed according to Table 15 to prove the resistance of the equipment to cold storage.

Table 15 – Cold test, storage temperature

Subject	Test conditions
Test reference	Test Ab of IEC 60068-2-1
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 10.4 and 10.5.3.2
Conditions	Unenergized
Storage temperature	According to manufacturer's minimum specified storage temperature, value should be chosen from 15.1 of IEC 60068-2-1. Maximum rate of change of temperature 1°C per min, over a 5 min period.
Accuracy	± 3°C (see 15.1 of IEC 60068-2-1)
Humidity	Not applicable
Duration of exposure	16 h min.
Measuring and/or loading	Not applicable
Recovery procedure:	(See 20 of IEC 60068-2-1)
- time	1 h min. to 2 h max., all tests to be conducted during that period.
- climatic conditions	IEC 60255-6 standard reference conditions
- power supply	Power supply switched off
Final measurements	According to 10.4 and 10.5.3.2

10.5.1.5 Essai de chaleur humide

Pour prouver la résistance à l'humidité, l'équipement doit subir un essai de chaleur humide conformément au Tableau 16.

Un essai alternatif de température cyclique avec humidité peut être effectué comme indiqué dans le Tableau 17.

Tableau 16 – Essai de chaleur humide

Sujet	Conditions d'essai
Référence de l'essai	Essai Cab de la CEI 60068-2-78
Préconditionnement	Conformément aux spécifications du constructeur
Mesures initiales	Conformément à la 10.4
Conditions	Pendant l'essai, l'équipement doit être constamment sous tension et maintenu en état de service ou en suivant les spécifications du constructeur, avec toute grandeur d'influence réglée sur son état de référence.
Température	Conformément aux indications du constructeur (la valeur doit être choisie d'après l'Article 5 de la CEI 60068-2-78, tolérance $\pm 2^{\circ}\text{C}$)
Humidité	$(93 \pm 3) \%$
Durée de l'exposition	10 jours minimum
Mesure et/ou chargement	Voir conditions
Procédure de rétablissement:	(Voir 9 de la CEI 60068-2-78)
- temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les tests doivent être conduits dans cette période.
- conditions climatiques	Conditions générales d'essai de la CEI 60255-6
- alimentation électrique	Équipement hors tension
Mesures finales	Conformément à 10.4
NOTE 1 Il convient que toute la condensation (externe et interne) soit supprimée par un jet d'air avant de reconnecter l'équipement à une source d'alimentation.	
NOTE 2 La CEI 60068-3-4 fournit des conseils pour décider si un essai de chaleur humide doit être appliqué.	
NOTE 3 Il convient que le constructeur déclare le nombre de circuits numériques d'entrée et de dispositifs de sortie sous tension pendant l'essai.	

Les exigences de cet essai sont également considérées comme étant remplies si l'équipement est composé de sous-ensembles, de composants ou de parties qui ont déjà passé cet essai dans une combinaison d'essais comparable. Si cela est nécessaire, un essai des sous-ensembles n'ayant pas encore subi d'essai est suffisant.

10.5.1.6 Essai de température cyclique avec humidité

Tableau 17 – Essai de température cyclique avec humidité

Sujet	Conditions d'essai
Référence de l'essai	6 cycles de 24 h de durée (12 h + 12 h)
Préconditionnement	1 Stabilisé en chambre d'essai à $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, $60 \% \pm 10 \%$ d'humidité relative. 2 Après stabilisation, l'humidité relative doit être augmentée jusqu'à 95 % ou plus en 1 h tout en maintenant la même température.
Mesures initiales	Conformément à 10.4
Conditions	Pendant l'essai, l'équipement doit être constamment sous tension et maintenu en service, avec toutes les grandeurs d'influence à leur valeur de référence.

10.5.1.5 Damp-heat test

To prove the resistance to humidity, the equipment shall be subjected to a damp-heat test according to Table 16.

An alternative test, cyclic temperature with humidity, can be carried out as detailed in Table 17.

Table 16 – Damp-heat test

Subject	Test conditions
Test reference	Test Cab of IEC 60068-2-78
Pre-conditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 10.4
Conditions	During the test the equipment shall be continuously energized and maintained in the in-service condition or as otherwise specified by the manufacturer, with any influencing quantity set to its reference condition.
Temperature	According to manufacturer's claim (value should be chosen from 5 of IEC 60068-2-78, tolerance ± 2 °C)
Humidity	(93 ± 3) %
Duration of exposure	10 days min.
Measuring and/or loading	See conditions
Recovery procedure:	(see 9 of IEC 60068-2-78)
- time	1 h min. to 2 h max., all tests to be conducted during that period.
- climatic conditions	General test conditions IEC 60255-6
- power supply	Equipment not energized
Final measurements	According to 10.4
NOTE 1 All external and internal condensation should be removed by air flow prior to re-connecting the equipment to a power supply.	
NOTE 2 Guidance should be sought from IEC 60068-3-4 when deciding upon the damp heat test to be applied.	
NOTE 3 The manufacturer should declare the number of digital input circuits and output devices energized during the test.	

The requirements of the test are also regarded as fulfilled if the equipment is composed of subassemblies, components and parts which have already passed this test in a comparable test combination. If necessary, a test of those subassemblies which have not yet been tested is sufficient.

10.5.1.6 Cyclic temperature with humidity test

Table 17 – Cyclic temperature with humidity test

Subject	Test conditions
Test reference	6 cycles of 24 h duration (12 h + 12 h)
Pre-conditioning	1 Stabilized in test chamber at $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, $60\% \pm 10\%$ relative humidity. 2 After stabilization the relative humidity shall be increased to 95 % or greater within 1 h, whilst maintaining the same temperature.
Initial measurement	According to 10.4
Conditions	During the test the equipment shall be continuously energized and maintained in the in-service condition, with any influencing quantity set to its reference condition.

Tableau 17 (suite)

Sujet	Conditions d'essai
Température	Cycle de température le plus bas $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$; Cycle de température le plus haut: équipement destiné à une utilisation en intérieur: $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; Équipement destiné à une utilisation en extérieur: $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; Cycle d'essai, y compris l'accélération et la décélération, conformément à la CEI 60068-2-30, Figure 2b.
Humidité	97 %, $-2\% + 3\%$, à la température la plus basse; 93 % $\pm 3\%$ à la température la plus haute; Cycle d'essai, y compris l'accélération et la décélération, conformément à la CEI 60068-2-30, Figure 2b.
Durée de l'exposition	6 cycles de 24 h (12h + 12h).
Mesure et/ou chargement	Voir conditions ci-dessus.
Procédure de rétablissement: - temps - conditions climatiques - alimentation électrique	(Voir 8 de la CEI 60068-2-30) 1 h minimum à 2 h maximum, tous les tests doivent être conduits dans cette période. Conditions générales de test dans la CEI 60255-6. Alimentation électrique coupée
Mesures finales	Conformément à 10.4
NOTE Il convient que le constructeur déclare le nombre de circuits d'entrée numériques ainsi que les relais de sortie sous tension et portant le courant maximum assigné pendant l'essai.	

10.5.2 Essais mécaniques

10.5.2.1 Essais mécaniques

10.5.2.1.1 Vibration

CEI 60255-21-1, réponse (sous tension), endurance (hors tension).

10.5.2.1.2 Choc

CEI 60255-21-2, réponse (sous tension), tenue (hors tension).

10.5.2.1.3 Secousse

CEI 60255-21-2 (hors tension).

10.5.2.1.4 Sismique

CEI 60255-21-3 (sous tension).

Conformité: il ne doit pas y avoir de danger de chocs électriques ni d'incendie pendant ou après l'exécution normale des essais de type pour démontrer la conformité déclarée avec 10.5.2.1.1 à 10.5.2.1.4.

Table 17 (continued)

Subject	Test conditions
Temperature	Lower temperature cycle $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ Upper temperature cycle: equipment specified for indoor use: $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ Equipment specified for outdoor use: $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ Test cycle, including ramp up and down as per IEC 60068-2-30, Figure 2b
Humidity	97 %, -2% $+3\%$, at lower temperature 93 % $\pm 3\%$ at upper temperature Test cycle, including ramp up and down as per IEC 60068-2-30, Figure 2b
Duration of exposure	6 of 24 h (12 h + 12 h) cycles
Measuring and/or loading	See conditions above
Recovery procedure:	(See 8 of IEC 60068-2-30)
- time	1 h min. to 2 h max., all tests to be conducted during that period.
- climatic conditions	General test conditions IEC 60255-6
- power supply	Power supply switched off
Final measurements	According to 10.4.
NOTE The manufacturer should declare the number of digital input circuits, and output relays energized and carrying maximum rated current, during the test.	

10.5.2 Mechanical tests**10.5.2.1 Mechanical tests****10.5.2.1.1 Vibration**

IEC 60255-21-1, response (energized), endurance (non energized).

10.5.2.1.2 Shock

IEC 60255-21-2, response (energized), withstand (non energized).

10.5.2.1.3 Bump

IEC 60255-21-2 (non energized).

10.5.2.1.4 Seismic

IEC 60255-21-3 (energized).

Compliance: There shall be no electrical shock or fire hazard during or after conducting the normally applied type tests to demonstrate claimed compliance with 10.5.2.1.1 to 10.5.2.1.4.

10.5.2.2 Distances dans l'air et lignes de fuite

S'il y a un doute sur la conformité des distances dans l'air et lignes de fuite avec les valeurs données dans le tableau appropriée de l'Annexe D, alors des mesures doivent être réalisées. Lorsque la valeur minimale de distance dans l'air n'est pas atteinte, la distance dans l'air peut être prouvée par essai (voir 5.1.9.1.1). L'essai pour prouver l'isolation par air ne peut pas être utilisé pour démontrer la conformité des lignes de fuite associées.

Lorsqu'un limiteur de surtension est utilisé pour réduire la surtension, le circuit doit faire l'objet d'un essai pour montrer qu'il supporte l'application de 10 impulsions positives et 10 impulsions négatives provenant d'une impédance de source de 2 Ω . On doit utiliser des caractéristiques de générateur de tension d'essai de tension de choc et une amplitude de tension d'impulsion et/ou une entrée d'alimentation en mode commun conformes à la CEI 60255-22-5.

10.5.2.3 Essai de l'indice de protection

Cet essai sert à vérifier que les enveloppes, barrières ou panneaux de montage de l'équipement empêchent l'accès aux parties actives dangereuses en condition d'utilisation normale.

Cet essai doit être effectué sous la forme d'un essai de type de l'équipement pour vérifier qu'on ne peut pas accéder aux parties actives dangereuses avec le doigt d'épreuve articulé standard de l'Annexe F et que la tension ou l'énergie du doigt d'épreuve ne dépasse pas les limites de sécurité en conditions d'utilisation normale définies en 5.1.1.2.1.

A moins qu'il n'en soit convenu autrement, des essais doivent être effectués pour confirmer que l'enveloppe de l'équipement est conforme à l'indice de protection (IP) déclaré par le constructeur en condition d'utilisation normale. Les essais doivent être conformes à ceux qui sont spécifiés dans la CEI 60529 pour la classe de l'enveloppe de l'équipement.

10.5.3 Essais électriques relatifs à la sécurité

Le but des essais de tension de cet article est de vérifier les distances dans l'air et l'isolation solide.

Le niveau de la tension d'essai doit être la tension en circuit ouvert du générateur avant la connexion à l'équipement.

10.5.3.1 Essai de tension de choc

L'essai de type de tension de choc est effectué avec une tension ayant une forme d'onde de 1,2/50 μ s (voir Figure 1 de la CEI 61180-1) et il est destiné à simuler des surtensions d'origine atmosphérique. Il couvre également les surtensions dues à la commutation d'équipement de basse tension.

10.5.3.1.1 Procédures d'essai

L'essai de tension de choc doit être effectué conformément aux procédures suivantes.

La tension de choc doit être appliquée aux points appropriés accessibles depuis l'extérieur de l'équipement; les autres circuits et les parties conductrices accessibles doivent être connectées entre elles et mises à la terre.

Les essais pour la vérification des distances dans l'air doivent être effectués pour un minimum de trois ondes de choc de chaque polarité avec un intervalle d'au moins 1 s entre les ondes de choc.

10.5.2.2 Clearances and creepage distances

Where there is any doubt that the required clearance and creepage distances are compliant with the values in the appropriate Annex D table, measurements shall be made. Where the minimum clearance value is not met, then the clearance may be proven by testing (see 5.1.9.1.1). Testing to prove the clearance in air cannot be used to demonstrate compliance of the associated creepage distance.

Where a transient suppressor is used to reduce the overvoltage, the circuit shall be tested to show that it withstands the application of 10 positive and 10 negative impulses from a source impedance of 2 Ω . Surge test generator characteristics and impulse voltage amplitude for a differential and/or common mode supply input according to IEC 60255-22-5 shall be used.

10.5.2.3 IP rating test

This test is to verify that equipment cases, barriers or mounting panels prevent hazardous live parts being accessible in normal operational use.

This test shall be carried out as a type test for the equipment to verify that hazardous live parts cannot be accessed by the standard jointed test finger in Annex F and that the test finger voltage or energy does not exceed the safe limits for normal operational use, defined in 5.1.1.2.1.

Unless otherwise agreed, tests shall be carried out to confirm that the equipment case meets the manufacturer's claimed IP class in normal operational use. The tests shall be in accordance with those specified in IEC 60529 for the equipment case class.

10.5.3 Safety-related electrical tests

The purpose of the voltage tests in this clause is to verify clearances and solid insulation.

The test voltage level shall be the open-circuit voltage of the generator before connection to the equipment.

10.5.3.1 Impulse voltage test

The impulse voltage type test is carried out with a voltage having a 1,2/50 μ s waveform (see Figure 1 of IEC 61180-1), and is intended to simulate overvoltages of atmospheric origin. It also covers overvoltages due to switching of low-voltage equipment.

10.5.3.1.1 Test procedures

The impulse voltage test shall be carried out in accordance with the following.

The impulse voltage shall be applied to the appropriate points accessible from the outside of the equipment, the other circuits and the exposed conductive parts shall be connected together and to earth.

The tests for verification of clearances shall be conducted for a minimum of three impulses of each polarity with an interval of at least 1 s between impulses.

La même procédure d'essai s'applique à la vérification de la capacité de l'isolation solide; cependant cinq ondes de choc de chaque polarité doivent être appliquées dans ce cas, et la forme d'onde de chaque onde de choc doit être enregistrée.

Les deux essais, pour la vérification des distances dans l'air et pour la vérification de l'isolation solide, peuvent être combinés en une seule procédure d'essai commune.

10.5.3.1.2 Caractéristiques de la forme d'onde et du générateur

On doit utiliser une tension de choc standard conforme à la CEI 61180-1 (voir Annexe G pour plus d'informations). Les caractéristiques du générateur doivent être vérifiées conformément à la CEI 61180-2.

Les paramètres sont les suivants:

- temps de montée: $1,2 \mu\text{s} \pm 30 \%$;
- temps jusqu'à la moitié de la valeur: $50 \mu\text{s} \pm 20 \%$;
- impédance de sortie: $500 \Omega \pm 10 \%$;
- énergie de sortie: $0,5 \text{ J} \pm 10 \%$.

La longueur de chaque bretelle d'essai ne doit pas dépasser 2 m.

10.5.3.1.3 Sélection de la tension d'essai de choc

La tension assignée applicable de l'essai de choc doit être sélectionnée parmi une des valeurs nominales suivantes: 0, 1, 5 kV crête.

Lorsqu'un essai de tension de choc de valeur assignée zéro est spécifié pour des circuits particuliers de l'équipement, ceux-ci doivent être exemptés de l'essai de tension de choc.

La tension d'essai de choc de 5 kV crête s'applique à des latitudes jusqu'à 200 m. Pour des altitudes supérieures à 200 m, le Tableau D.11 doit être utilisée pour réduire la tension d'essai.

Le circuit générateur de la tension de choc d'essai est indiqué à la Figure G.1.

La tolérance de la tension d'essai doit être de $+0 \%$, -10% .

Lorsque l'essai a lieu entre deux circuits de l'équipement indépendants, la tension de choc assignée la plus élevée des deux doit être utilisée pour l'essai.

10.5.3.1.3.1 Équipement devant être essayé à 5 kV nominal crête

Pour les circuits de l'équipement classés en tant que circuit primaire selon l'Article 3, les essais doivent être effectués en appliquant une tension de choc d'essai de 5 kV crête selon 10.5.3.1.3.

10.5.3.1.3.2 Équipement devant être essayé à 1 kV nominal crête

Les circuits de l'équipement peuvent être essayés à 1 kV crête selon 10.5.3.1.3 si les conditions suivantes s'appliquent:

- les circuits auxiliaires (alimentation électrique) sont connectés à une batterie utilisée exclusivement pour l'alimentation de l'équipement couvert par cette norme. Cette batterie ne doit pas être utilisée pour commuter des charges inductives; ET

The same test procedure also applies for the verification of the capability of solid insulation; however, five impulses of each polarity shall be applied in this case, and the wave shape of each impulse shall be recorded.

Both tests, for verification of clearances and for verification of solid insulation, may be combined in one common test procedure.

10.5.3.1.2 Waveform and generator characteristics

A standard impulse voltage in accordance with IEC 61180-1 shall be used (see Annex G for further information). The generator characteristics shall be verified according to IEC 61180-2.

The parameters are:

- front time: $1,2 \mu\text{s} \pm 30 \%$;
- time to half-value: $50 \mu\text{s} \pm 20 \%$;
- output impedance: $500 \Omega \pm 10 \%$;
- output energy: $0,5 \text{ J} \pm 10 \%$.

The length of each test lead shall not exceed 2 m.

10.5.3.1.3 Selection of impulse test voltage

The applicable rated impulse test voltage shall be selected from one of the following nominal values: 0, 1, 5 kV peak.

When zero-rated impulse test is specified for particular equipment circuits, these shall be exempt from the impulse voltage test.

The specified impulse test of 5 kV peak applies to altitudes up to 200 m. For altitudes above 200 m, Table D.11 shall be used to reduce the test voltage.

The recommended impulse test generator circuit is given in Figure G.1.

The test voltage tolerance shall be $+0 \%$, -10% .

When the test is between two independent equipment circuits, the higher of the two rated impulse voltages shall be used for the test.

10.5.3.1.3.1 Equipment to be tested at 5 kV peak nominal

An equipment circuit, classed as a primary circuit, according to Clause 3, shall be tested at 5 kV peak nominal, in accordance with 10.5.3.1.3.

10.5.3.1.3.2 Equipment to be tested at 1 kV peak nominal

Equipment circuits may be tested at 1 kV peak nominal, in accordance with 10.5.3.1.3, if the following apply.

- The auxiliary (power supply) circuits are connected to a battery used exclusively for the power supply of equipment covered by this standard. This battery shall not be used for switching inductive loads.

- l'équipement n'est pas alimenté par des transformateurs de courant ou de tension; ET
- les circuits d'Entrées/Sorties qui ont besoin d'être testés ne sont pas soumis à des charges transitoires induites ou inductives dépassant 1 kV crête.

10.5.3.1.4 Réalisation des essais

L'essai de type de tension de choc est applicable, que l'équipement testé soit équipé ou non d'un limiteur de surtension.

Sauf spécification contraire, l'essai de tension de choc doit être effectué:

- entre chaque circuit (ou chaque groupe de circuits) spécifié pour la même tension de choc et les parties conductrices accessibles à la tension de choc spécifiée pour ce circuit (ou ce groupe de circuits);
- entre des circuits indépendants, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées entre elles;
- entre les bornes d'un circuit donné si afin de valider la déclaration du constructeur.

Les circuits qui ne sont pas concernés par les essais doivent être connectés entre eux et mis à la terre.

A moins que cela ne soit évident, les circuits indépendants sont ceux qui sont décrits comme tels par le constructeur.

Pour l'équipement avec une enveloppe isolée, les parties conductrices accessibles doivent être représentées par une feuille de métal couvrant l'ensemble de l'enveloppe de l'équipement sauf les bornes, autour desquelles une ouverture appropriée doit être laissée de façon à éviter l'amorçage vers les bornes. Sauf spécification contraire, l'essai entre deux circuits indépendants doit être effectué à la tension de choc la plus élevée spécifiée pour les deux circuits.

Il est permis qu'une forme d'onde de tension de choc appliquée à des points d'essai connectés à une suppression de la tension de choc, à des dispositifs inductifs ou à des diviseurs de potentiel soit atténuée ou déformée en raison d'un claquage électrique.

La forme d'onde appliquée à des points d'essai qui ne sont pas connectés à de tels dispositifs ne sera pas nettement déformée ou atténuée à moins que l'isolation ne résiste pas à l'essai de tension de choc.

10.5.3.1.5 Critères d'acceptation des essais

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive (amorçage, contournement ou perforation) pendant l'essai. Il n'est pas tenu compte des décharges partielles dans les distances dans l'air qui ne provoquent pas de claquage. Après cet essai de type, l'équipement doit être conforme à toutes les exigences de fonctionnement applicables.

10.5.3.1.6 Répétition de l'essai de tension de choc

Pour l'équipement neuf, les essais de tension de choc peuvent être répétés si nécessaire pour en vérifier le fonctionnement. La valeur de la tension d'essai doit être égale à 0,75 fois la valeur originelle spécifiée ou indiquée par le constructeur.

10.5.3.2 Essai de tension diélectrique c.a. ou c.c.

Un guide pour les essais de tension diélectrique pour la sécurité (essais individuels de série et par prélèvement) est fourni au Tableau 18 (voir 10.5.3.2.1.3 pour les essais d'un plan de prélèvement).

- The equipment is not powered via current or voltage transformers.
- I/O circuits required to be tested are not subjected to induced or inductive load transients in excess of 1 kV peak.

10.5.3.1.4 Performing of tests

The impulse voltage type test is applicable whether or not the equipment under test is fitted with surge suppression.

Unless otherwise specified, the impulse voltage test shall be performed

- between each circuit (or each group of circuits) specified for the same impulse voltage and the exposed conductive parts at the impulse voltage specified for this circuit (or this group of circuits);
- between independent circuits, the terminals of each independent circuit being connected together;
- across the terminals of a given circuit to validate the manufacturer's claim.

Circuits not involved in the tests shall be connected together and to earth.

Unless obvious, the independent circuits are those which are so described by the manufacturer.

For equipment with an insulated case, the exposed conductive parts shall be represented by a metal foil covering the whole equipment case except the terminals around which a suitable gap shall be left so as to avoid flashover to the terminals. The test between two independent circuits shall be carried out, unless otherwise specified, at the higher impulse voltage specified for the two circuits.

It is permissible for an impulse voltage waveform applied across test points connected to surge suppression, inductive devices or potential dividers, to be attenuated or distorted if this is not due to electrical breakdown.

The waveform applied to test points not connected to such devices, will not be noticeably distorted or attenuated unless the insulation does not withstand the impulse voltage test.

10.5.3.1.5 Test acceptance criteria

There shall be no disruptive discharge (spark-over, flashover or puncture) during test. Partial discharges in clearances which do not result in breakdown are disregarded. After this type test, the equipment shall comply with all relevant performance requirements.

10.5.3.1.6 Repetition of the impulse voltage test

For equipment in a new condition, impulse voltage tests may be repeated, if necessary, to verify performance. The test voltage value shall be equal to 0,75 times the value originally specified or indicated by the manufacturer.

10.5.3.2 AC or d.c. dielectric voltage test

Guidance for routine and sample dielectric voltage testing for safety is provided in Table 18; see 10.5.3.2.1.3 for testing to a sampling plan.

**Tableau 18 – Guide pour les essais de tension diélectrique pour la sécurité
(essais individuels de série et par prélèvement)**

Risque	Probabilité	Essai individuel de série		Essai par prélèvement
		Carte ou module assemblé	Matériel assemblé	Équipement assemblé
Questions relatives à la fabrication/conception généralement dues à l'un des points suivants: • pontage de soudure entre les pistes des circuits imprimés; • fils des composants qui ne sont pas coupés à la longueur spécifiée ou qui sont courbés dans la mauvaise direction; • défaillance de l'isolation du composant; • épargne de soudage ou revêtement conformé mal appliqué au circuit imprimé; • manipulation	Moyenne	X Voir Note 1 et Note 3	X Voir Note 1 et Note 3	-----
Questions d'assemblage – réduction de la distance dans l'air généralement due à des erreurs telles que: • composant conducteur (radiateur, etc.) qui n'est pas correctement installé; • vis de fixation trop longue; • parties conductrices utilisées au lieu de parties non conductrices; • pièces étrangères telles que vis, boulons et chutes de fils.	Basse	-----	X Voir Note 2 et Note 3	X Voir Note 2 et Note 3
NOTE 1 Les essais individuels de série peuvent être effectués sur une carte/module assemblé, ou sur l'équipement assemblé, ou sur les deux. NOTE 2 Essai individuel de série ou par prélèvement approprié. NOTE 3 Tous les essais durent 1 min à la tension diélectrique d'essai assignée ou 1 s à 110 % de la tension diélectrique d'essai assignée.				

10.5.3.2.1 Réalisation de l'essai de tension diélectrique

10.5.3.2.1.1 Essais de type

Les essais de type doivent être appliqués:

- entre chaque circuit et les parties conductrices accessibles, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées entre elles;
- entre des circuits indépendants, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées entre elles.

A moins que cela ne soit évident, les circuits indépendants sont ceux qui sont décrits comme tels par le constructeur.

S'il y a lieu, le constructeur doit déclarer la valeur de la tension diélectrique d'essai pour les contacts métalliques ouverts et le vérifier par un essai de type. Aucun test ne doit être appliqué aux bornes des contacts si des dispositifs écrêteurs sont utilisés. Les circuits qui ne sont pas concernés par les essais doivent être connectés entre eux et mis à la terre.

Les circuits spécifiés pour la même tension d'isolement assignée peuvent être connectés entre eux lorsqu'ils sont testés avec des parties conductrices accessibles.

Les tensions d'essai doivent être appliquées directement aux bornes.

Table 18 – Guidance for routine and sample dielectric voltage testing for safety – informative

Risk	Probability	Routine test		Sample test
		Assembled board or module	Assembled equipment	Assembled equipment
Manufacturing/design related issues typically due to • solder bridging between PCB tracks/pads; • component leads either not cropped to the specified length or bent in the wrong direction; • component insulation failure; • solder resist or conformal coating badly applied to the PCB; • handling	Medium	X See Notes 1 and 3	X See Notes 1 and 3	-----
Assembly issues – clearance reduced typically due to errors such as • conductive component (heatsink, etc.) not correctly fitted; • fixing screw too long; • conductive instead of non-conductive parts used; • extraneous parts such as screws, nuts and wire offcuts.	Low	-----	X See Notes 2 and 3	X See Notes 2 and 3
NOTE 1 Routine tests can be carried out on an assembled board/module, or assembled equipment, or both. NOTE 2 Routine or sample test as appropriate. NOTE 3 All tests are 1 min at rated dielectric test voltage or for 1 s at 110 % rated dielectric test voltage.				

10.5.3.2.1 Performing the dielectric voltage test

10.5.3.2.1.1 Type tests

Type tests shall be applied

- between each circuit and the accessible conductive parts, the terminals of each independent circuit being connected together;
- between independent circuits, the terminals of each independent circuit being connected together.

Unless obvious, the independent circuits are those which are so described by the manufacturer.

If applicable, the manufacturer shall declare the dielectric voltage withstand, for open metallic contacts and verify this by type testing. No test should be applied across contacts when transient suppression devices are fitted. Circuits not involved in the tests shall be connected together and to earth.

Circuits specified for the same rated insulation voltage may be connected together when being tested to the exposed conductive parts.

The test voltages shall be applied directly to the terminals.

Pour l'équipement avec une enveloppe d'isolation, les parties conductrices accessibles doivent être représentées par une feuille de métal couvrant l'ensemble de l'enveloppe de l'équipement sauf les bornes, autour desquelles une ouverture appropriée doit être laissée de façon à éviter l'amorçage vers les bornes. Les essais d'isolation qui requièrent cette feuille de métal doivent être effectués uniquement sous forme d'essais de type.

10.5.3.2.1.2 Essais individuels de série

Des essais individuels de série de tension diélectrique doivent être appliqués:

- entre chaque circuit indépendant et les parties conductrices accessibles, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées entre elles;
- entre circuits indépendants, les connexions des autres circuits indépendants étant connectées ensemble. Si une évaluation du risque montre que les essais entre des circuits indépendants particuliers ne sont pas nécessaires, alors les essais peuvent être omis pour ces circuits.

10.5.3.2.1.3 Essais individuels de série par prélèvement

Les essais sur prélèvement de l'équipement assemblé peuvent être effectués si les conditions suivantes sont remplies:

- les cartes ou modules de circuits imprimés complètement assemblés ont subi des essais individuels de série à 100 %;
- le constructeur a fait une analyse des risques et a apporté les preuves documentaires que, en raison de la conception et de la construction de l'équipement, pour toutes les variantes de construction, la probabilité de risques pour la sécurité dus à des problèmes de construction et de manipulation est très faible lorsque les éléments ayant subi des essais individuels de série sont assemblés dans l'équipement, et;
- tous les essais sur prélèvement ont été effectués en suivant un plan de prélèvement documenté:

Les essais par prélèvement sur l'équipement assemblé doivent être réalisés entre les mêmes circuits spécifiés en 10.5.3.2.1.2.

Le nombre minimum d'échantillons, choisis au hasard dans le lot devant être testé, est de deux échantillons.

Les critères d'acceptation pour cet essai de sécurité sont les suivants: acceptation avec zéro défaillances, rejet avec une défaillance.

En cas de rejet d'un lot, le lot doit être testé à 100 % ou bien, après recherche et rectification des causes de la défaillance, le lot peut être testé à nouveau en suivant le plan de prélèvement documenté.

10.5.3.2.2 Valeur de la tension diélectrique d'essai

Les essais de tension diélectrique doivent être réalisés en appliquant les tensions appropriées du Tableau 19 ci-dessous. La tension d'essai doit être déclarée par le constructeur.

Tableau 19 – Tensions d'essai c.a.

Tension d'isolement assignée V	Tension d'essai c.a., 1 min. kV
Jusqu'à 63	0,5
De 125 à 500	2,0
630	2,3
800	2,6
1000	3,0

For equipment with an insulating case, the exposed conductive parts shall be represented by a metal foil covering the whole equipment case except the terminals around which a suitable gap shall be left so as to avoid flashover to the terminals. Insulation tests requiring this metal foil shall be performed as type tests only.

10.5.3.2.1.2 Routine tests

Routine dielectric voltage tests shall be applied:

- between all independent circuits and the accessible conductive parts, the terminals of all independent circuits being connected together;
- between independent circuits, the terminals of all other independent circuits being connected together. If a risk assessment indicates that testing between particular independent circuits is not necessary, then the tests for those circuits may be omitted.

10.5.3.2.1.3 Routine tests by sampling

Sample testing of the assembled equipment may be carried out if the following points are met.

- The fully assembled printed circuit cards or modules are 100 % routine tested.
- The manufacturer has carried out a risk analysis and documented that, due to the design and build of the equipment, for all build variations, there is a very low probability of safety risks due to any build and handling problems, when the routine tested items are assembled into the equipment.
- Any sample testing is carried out to a documented sampling plan.

Sample tests on the assembled equipment shall be performed between the same circuits specified in 10.5.3.2.1.2.

The minimum number of samples, randomly chosen from the batch to be tested, shall be two.

The acceptance criteria for this safety test shall be: accept on zero failures, reject on one failure.

In the case of a batch rejection, the batch shall either be 100 % tested, or after investigation and rectification of the cause of failure the batch may be re-tested to the documented sampling plan.

10.5.3.2.2 Value of the dielectric test voltage

Dielectric voltage tests shall be made by applying the appropriate voltages in Table 19. The test voltage should be declared by the manufacturer.

Table 19 – AC test voltages

Rated insulation voltage V	AC test voltage, 1 min. kV
Up to 63	0,5
125 to 500	2,0
630	2,3
800	2,6
1 000	3,0

Pour les circuits alimentés directement à travers des transformateurs de mesure (TP et TC standard), ou connectés à la batterie du poste, la tension d'essai ne doit pas être inférieure à 2,0 kV r.m.s. pendant une minute. Lorsque cela n'est pas le cas ¹¹, le Tableau 19 peut être utilisé pour déterminer la tension appropriée.

Une tension d'essai plus élevée de 2,5 kV r.m.s. pendant 1 min pour les circuits TC peut être déclarée par le constructeur. Des tensions d'essai plus élevées doivent être spécifiées pour les circuits à fils pilote lorsque des surtensions de courant induit de court-circuit sur les fils pilotes peuvent être attendues. Dans ces cas, la tension d'essai applicable doit être déclarée par le constructeur.

Pour les circuits banalisés comme les TC, les TP et les entrées TOR connectés par une connexion commune à la terre ou neutre, une tension d'essai de 500 V peut être utilisée. S'il y a lieu, le constructeur doit déclarer la tenue diélectrique entre contacts métalliques. Aucun essai entre les contacts ne doit être appliqué lorsque un élément de protection contre les transitoires est en place.

10.5.3.2.3 Source de la tension d'essai

La source de la tension d'essai doit être telle que, lorsque l'on applique la moitié de la valeur spécifiée à l'EST (équipement sous test), la chute de tension observée soit inférieure à 10 %.

La valeur de la source de tension doit être vérifiée avec une précision supérieure à 5 %.

La tension d'essai doit essentiellement être sinusoïdale et à une fréquence située entre 45 Hz et 65 Hz. Cependant, les essais peuvent aussi être effectués avec une tension c.c. dont la valeur doit être 1,4 fois celle qui est donnée au Tableau 19.

NOTE L'utilisation de condensateurs reliés à la terre pour la conformité CEM conduira à une augmentation du courant d'essai et rendra donc plus difficile la détection d'un état de claquage. Ce problème peut être surmonté en utilisant une tension d'essai c.a. ($\sqrt{2} \times$ r.m.s.) ou en mesurant uniquement le courant résistif c.a.

10.5.3.2.4 Méthode d'essai

Pour les essais de type, la tension du circuit ouvert du générateur d'essai est appliquée à l'équipement à 0 V. La tension d'essai doit être augmentée sans à-coups jusqu'à la valeur spécifiée de telle façon qu'il n'y ait pas de transitoires appréciables et elle doit être maintenue pendant au moins 1 min. Elle doit ensuite être réduite sans à-coups jusqu'à zéro aussi rapidement que possible.

Pour les essais individuels de série, la tension d'essai doit être maintenue pendant au moins 1 s. Dans ce cas, la tension d'essai doit être supérieure de 10 % à la tension spécifiée d'essai de type de 1 min.

10.5.3.2.5 Critères d'acceptation des essais

Aucun claquage ou amorçage ne doit se produire pendant l'essai de tension diélectrique. On ne doit pas tenir compte des décharges partielles qui ne provoquent pas le dépassement du niveau de courant d'essai maximum fixé par le constructeur.

10.5.3.2.6 Répétition de l'essai de tension diélectrique (essai de haute tension de fréquence industrielle c.a.)

Pour l'équipement neuf, les essais de tension diélectrique peuvent être répétés si nécessaire pour en vérifier le fonctionnement. La valeur de la tension d'essai doit être égale à 0,75 fois la valeur indiquée par le constructeur.

¹¹ Voir D.1.2 pour la détermination de la tension d'isolement assignée pour les circuits alimentés par diverses sources.

For circuits directly energized via instrument transformers (VTs and standard CTs), or connected to a station battery the test voltage shall not be less than 2,0 kV r.m.s., 1 min. Where this is not the case¹¹, Table 19 may be used to determine the appropriate test voltage.

A higher test voltage of 2,5 kV r.m.s. 1 min for CT circuits may be claimed by the manufacturer. Higher test voltages shall be specified for pilot wire circuits where short-circuit current induced overvoltages on the pilot wires are to be expected. The applicable test voltage shall, in this case, be declared by the manufacturer.

For commoned circuits such as CTs, VTs and digital inputs connected by a common connection to earth or neutral, a test voltage of 500 V may be used. If applicable, the manufacturer shall declare the dielectric voltage withstand for open metallic contacts and verify this by type testing. No test shall be applied across contacts when transient suppression devices are fitted.

10.5.3.2.3 Test voltage source

The test voltage source shall be such that, when applying half the specified value to the EUT (equipment under test), the voltage drop observed is less than 10 %.

The source voltage value shall be verified with an accuracy better than 5 %.

The test voltage shall be substantially sinusoidal and at a frequency between 45 Hz and 65 Hz. However, tests may alternatively be performed with a d.c. voltage the value of which shall be 1,4 times that given in Table 19.

NOTE Use of capacitors to earth for EMC compliance will lead to increased test current and thus make detection of a breakdown condition difficult. This problem may be overcome by using a d.c. test voltage ($\sqrt{2} \times \text{r.m.s.}$) or by measuring a.c. resistive current only.

10.5.3.2.4 Test method

For type tests the open-circuit voltage of the test generator is applied to the equipment at zero volts. The test voltage shall be raised smoothly to the specified value in such a manner that no appreciable transients occur and shall be maintained for 1 min minimum. It shall then be reduced smoothly to zero as rapidly as possible.

For routine tests, the test voltage may be maintained for 1 s min. In this case, the test voltage shall be 10 % higher than the specified 1 min type test voltage.

10.5.3.2.5 Test acceptance criteria

During the dielectric voltage test, no breakdown or flashover shall occur. Partial discharges which do not cause the maximum test current level set by the manufacturer to be exceeded, shall be disregarded.

10.5.3.2.6 Repetition of the dielectric voltage test (a.c. power-frequency high-voltage test)

For equipment in a new condition, dielectric voltage tests may be repeated, if necessary, to verify their performance. The test voltage value shall be equal to 0,75 times the value claimed by the manufacturer.

¹¹ See D.1.2 for the determination of the rated insulation voltage for circuits energized from various supplies.

10.5.3.3 Résistance de l'isolation

La mesure peut être effectuée comme un essai après les essais environnementaux pour vérifier que l'isolation n'a pas été soumise à des contraintes excessives et affaiblie par les essais appliqués.

Les tensions de mesure doivent être appliquées directement aux bornes de l'équipement.

La résistance d'isolement doit être déterminée lorsqu'une valeur constante aura été atteinte et au moins 5 s après avoir appliqué une tension c.c. de $500\text{ V} \pm 10\%$.

Pour l'équipement neuf, la résistance de l'isolation ne doit pas être inférieure à $100\text{ M}\Omega$ ¹² à 500 V c.c. Après l'essai de chaleur humide, la résistance de l'isolation ne doit pas être inférieure à $10\text{ M}\Omega$ à 500 V c.c. après un temps de recouvrement compris entre 1 h et 2 h à la température ambiante de référence.

10.5.3.4 Essais des liaisons de protection

10.5.3.4.1 Résistance des liaisons de protection – Essai de type

Les parties conductrices accessibles et les bornes connectées au conducteur de protection pour une protection contre les dangers de chocs électriques ne doivent pas avoir une résistance excessive.

Pour l'équipement dont la connexion du conducteur de protection se fait par un câble à un ou plusieurs conducteurs, le câble n'est pas inclus dans les mesures, à condition que le câble soit alimenté par un dispositif de protection d'une valeur assignée appropriée qui tienne compte de la taille du conducteur.

La conformité de ces parties avec les exigences de l'essai de type de résistance de la liaison de protection doit être déterminée en utilisant les paramètres suivants:

- *le courant d'essai doit être deux fois le courant maximum assigné du dispositif de protection, tel que spécifié dans la notice utilisateur;*
- *la tension d'essai ne doit pas dépasser 12 V r.m.s. c.a. ou 12 V c.c.;*
- *la durée de l'essai doit être de 60 s;*
- *la résistance entre la borne du conducteur de protection et la partie testée ne doit pas dépasser 0,1 Ω .*

10.5.3.4.2 Continuité de la liaison de protection – Essai individuel de série

Les parties conductrices accessibles qui peuvent devenir actives en cas de condition de premier défaut doivent subir un essai de continuité à bas courant pour vérifier leur liaison à la borne du conducteur de protection.

Il est recommandé de choisir la tension de circuit ouvert et le courant de court-circuit du contrôleur de continuité afin d'éviter tout dégât du circuit.

10.5.4 Environnement électrique et inflammabilité

10.5.4.1 Température maximale des parties et des matériaux

Des essais peuvent être nécessaires pour déterminer la température maximale des parties et des matériaux en conditions d'utilisation normale, y compris les conditions de déclenchement opérationnel (voir 7.2.1), et en condition de premier défaut (voir 7.10.1).

¹² Une valeur inférieure peut être utilisée lorsque la suppression CEM ou d'autres composants fonctionnels connectés en parallèle au circuit à l'essai peuvent réduire la résistance de l'isolation.

10.5.3.3 Insulation resistance

The measurement may be performed as a test following environmental testing to ensure that the insulation has not been over-stressed and weakened by the applied tests.

The measuring voltage shall be applied directly to the equipment terminals.

The insulation resistance shall be determined when a steady value has been reached and at least 5 s after applying a d.c. voltage of $500\text{ V} \pm 10\%$.

For equipment in a new condition, the insulation resistance¹² shall not be less than $100\text{ M}\Omega$ at 500 V d.c. After the damp-heat type test, the insulation resistance shall not be less than $10\text{ M}\Omega$ at 500 V d.c. , after a recovery time of between 1 h and 2 h, at reference ambient conditions.

10.5.3.4 Protective bonding tests

10.5.3.4.1 Protective bonding resistance – type test

Exposed conductive parts and terminations connected to the protective conductor for protection against any electric shock hazard shall not have excessive resistance.

For equipment where the protective conductor connection is by means of one core of a multi-cored cable, the cable is not included in the measurement, provided that the cable is supplied by a suitably rated protective device which takes into account the size of the conductor.

The compliance of such parts with protective bonding resistance type test requirements shall be determined using the following test parameters:

- *the test current shall be twice that of the maximum current rating of the overcurrent protection means, specified in the user documentation;*
- *the test voltage shall not exceed 12 V r.m.s. a.c. or 12 V d.c. ;*
- *the test duration shall be 60 s;*
- *the resistance between the protective conductor terminal and the part under test shall not exceed $0,1\text{ }\Omega$.*

10.5.3.4.2 Protective bonding continuity – routine test

Accessible conductive parts which may become live in the event of a single-fault condition shall be subject to a low current continuity test to verify their bonding to the protective conductor terminal.

It is recommended that the continuity tester open-circuit voltage and short-circuit current should be chosen to avoid any circuit damage.

10.5.4 Electrical environment and flammability

10.5.4.1 Maximum temperature of parts and materials

Tests may be required to determine the maximum temperature of parts and materials under normal operational use including operational trip conditions (see 7.2.1) and under a single-fault condition (see 7.10.1).

¹² A lower value may be used where EMC suppression or other functional components connected in parallel with the circuit under test may reduce the insulation resistance.

10.5.4.2 Inflammabilité des matériaux d'isolation, des composants et des enveloppes pare-feu

Des essais des parties en plastique peuvent être nécessaires lorsque le matériau n'est pas conforme aux exigences minimales d'inflammabilité spécifiées dans l'Article 7, ou que son épaisseur est en dessous du minimum spécifié pour que ce matériau soit conforme aux exigences minimales d'inflammabilité.

Des essais peuvent être nécessaires pour déterminer l'inflammabilité des matériaux d'isolation et des composants (voir 7.5.1 à 7.5.3) et des enveloppes pare-feu (voir 7.9).

10.5.4.3 Essai thermique de courte durée

La température maximale des matériaux d'isolation pendant les essais décrits ci-après doit rester dans les limites données pour la classe d'isolation appropriée dans le Tableau 6 de 7.10.2.

SURTENSION:

Les circuits d'entrée TP de l'équipement doivent supporter les surtensions déclarées par le constructeur, sans dommages, tant de façon constante que pendant une durée de 10 s.

SURINTENSITÉ:

Les circuits d'entrée TC de l'équipement doivent supporter les surintensités déclarées par le constructeur, tant de façon constante que pendant une durée de 1 s, sans créer de risque d'incendie ou de chocs électriques.

Cependant, le constructeur ne doit déclarer que des valeurs de tenue sûres.

Les exigences de sécurité pour les équipements de protection, avec un TC courant assigné compris entre 0,5 A et 5 A sont les suivantes:

- la tenue minimum de surintensité de 1 s doit être de 100 In;
- la tenue permanente doit être d'au moins 4 In.

Pour les équipements de mesure et de protection qui ne tiennent pas ces contraintes, le constructeur doit déclarer sa tenue en surintensité et sa tenue permanente.

Pour les TC sans courant nominal déclaré, par exemple, pour les mesures de défaut terre sensible, la tenue en surcharge permanente et 1 s doit être donnée par le constructeur.

10.5.4.4 Relais de sortie, à l'établissement et en charge

Les relais de déclenchement de sortie de l'équipement doivent supporter sans dommage tant les courants continus que les courants à l'établissement et en charge déclarés par le constructeur.

10.5.4.5 Condition de premier défaut

Se référer à 5.2 pour l'évaluation de la condition de premier défaut et à 7.10.3 pour la conformité avec les exigences pour la protection contre la propagation du feu lors des essais de condition de premier défaut sur un équipement complètement assemblé. Il est suffisant d'effectuer une seule fois un essai de condition de premier défaut sur une variante de module particulière lorsque le module commun provient d'une gamme de plates-formes.

La nécessité d'essais de condition de premier défaut dépendra du résultat de l'évaluation d'une condition de premier défaut.

10.5.4.2 Flammability of insulating materials, components and fire enclosures

Testing of plastic parts may be necessary where either the material does not meet the minimum flammability specified in Clause 7, or its thickness is below the minimum specified for that material to achieve the required minimum flammability.

Tests may be required to determine the flammability of insulating materials and components (see 7.5.1 to 7.5.3) and fire enclosures (see 7.9).

10.5.4.3 Thermal short-time test

The maximum temperature of the insulating materials, during the following tests, shall be within the limits given for the appropriate insulation class in Table 6 of 7.10.2.

OVERVOLTAGE:

The equipment VT input circuits shall withstand overvoltages declared by the manufacturer, without damage, both continuously and for a 10 s duration.

OVERCURRENT:

The equipment CT input circuits shall withstand overcurrents declared by the manufacturer, both continuously and for a 1 s duration, without creating a fire or electric shock risk.

However, the manufacturer shall only state safe withstand values.

Safety requirements for protection equipment, with CTs rated between 0,5 A and 5 A:

- minimum 1 s overcurrent withstand should be 100 In;
- continuous withstand should be at least 4 In.

For protection equipment and measuring relays which do not meet these requirements, the manufacturer shall declare the overcurrent withstand and continuous withstand.

For CTs with no declared rated current value, for example, sensitive earth fault, the continuous and 1 s overcurrent withstand for safety shall be declared by the manufacturer.

10.5.4.4 Output relay, make and carry

The equipment output trip relay(s) shall withstand both the continuous and make and carry currents declared by the manufacturer, without damage.

10.5.4.5 Single-fault condition

Refer to 5.2 for single-fault condition assessment and 7.10.3 for compliance with the requirements for protection against the spread of fire when conducting a single-fault type test on a fully assembled equipment. It is sufficient to carry out a single-fault test(s) on a particular module variation, once only, where the common module is used throughout a platform range.

The need for any single-fault testing will depend on the result of the single-fault condition assessment.

Annexe A (normative)

Exigences des classes d'isolation et diagrammes d'exemple

A.1 Introduction

La présente annexe fournit un guide sur les classes d'isolation et sur les exigences d'isolement pour différents types de circuit, avec des exemples typiques d'isolement. Les exigences d'isolation, conjointement aux références aux Annexes B et C, doivent être utilisées pour déterminer les distances dans l'air et les lignes de fuite exigées à l'Annexe D.

A.1.1 Tension active dangereuse (TAD)

La TAD (tension active dangereuse) s'applique aux éléments suivants:

- transformateurs de tension; transformateurs de courant, relais de sortie;
- connexion à l'alimentation c.a. ou c.c.;
- Entrées/sorties analogiques et numériques dépassant 33 V r.m.s. c.a. ou 70 V c.c.

Tableau A.1 – Classes d'isolement par circuits/groupes de produits

Classe d'isolement	Circuits/groupes de produits
TBT (très basse tension)	Circuits non primaires correspondant aux caractéristiques suivantes dans les conditions d'utilisation normale: • ne dépassant pas 33 V r.m.s. c.a. ou 70 V c.c.; et • séparés de la TAD par au moins une isolation principale. Voir Figure A.4. NOTE Il convient que les circuits TBT ne soient pas accessibles en conditions d'utilisation normale. Exemples: • circuits non primaires; • entrées et sorties analogiques/numériques conformes aux limites de la tension TBT; • connexions à des sorties TBT d'autres produits.
TBTS (très basse tension de sécurité)	Circuits non primaires conformes aux limites de la tension TBT et aux caractéristiques suivantes: • les circuits TBTS doivent être séparés de la TAD par une isolation double/renforcée, et • il n'y aura aucune possibilité de connexion à la terre. Voir Figure A.1. Ces circuits peuvent être accessibles en conditions normales d'utilisation et ils doivent pouvoir être touchés sans danger en condition de premier défaut. NOTE 1 Les circuits TBTS peuvent être accessibles et sûrs au toucher en condition d'utilisation normale et en condition de premier défaut. NOTE 2 La connexion d'une terre à un circuit TBTS n'est pas autorisé, par exemple la connexion au blindage d'un câble relié à la terre n'est pas autorisé. Là où c'est nécessaire, il convient que la définition du circuit change selon la Figure A.2 (TBTP). Exemples: • entrées et sorties analogiques/numériques directement connectées à un réseau/circuit de communications non relié à la terre; • connexions à des sorties TBTS d'autres produits.

Annex A (normative)

Isolation class requirements and example diagrams

A.1 Introduction

This annex provides guidance on the isolation class and insulation requirements for different circuit types, with typical insulation examples. The isolation requirements, in conjunction with reference to Annexes B and C, should be used to determine the required clearances and creepage distances from Annex D.

A.1.1 Hazardous live voltage (HLV)

Hazardous live voltage applies to the following:

- voltage transformers, current transformers, output relays;
- connection to the a.c. or d.c. supply;
- analogue and digital inputs/outputs exceeding 33 V r.m.s. a.c. or 70 V d.c.

Table A.1 – Circuit isolation class for product circuits/groups

Circuit isolation class	Product circuits/groups
ELV Extra low voltage	Non-primary circuits complying with the following under normal operational conditions: • not exceeding 33 V r.m.s. a.c. or 70 V d.c. i.e. ELV voltage limits; • separated from HLV by at least basic insulation. See Figure A.4. NOTE ELV circuits should not be accessible under normal operational conditions. Examples are: • non-primary circuits; • analogue/digital inputs and outputs, complying with ELV voltage limits; • connections to ELV terminations of other products.
SELV Safety extra low voltage	Non-primary circuits complying with ELV voltage limits and the following conditions: • separated from HLV by reinforced/double insulation; • there shall be no provision for an earth connection. See Figure A.1. NOTE 1 SELV circuits may be accessible and are safe to touch under both normal operational and single-fault conditions. NOTE 2 Connection of an earth to a SELV circuit is not permitted; for example, connection to an earthed cable screen or earthed communication circuit is not permitted. Where this is required, the circuit definition should change in accordance with Figure A.2 (PELV). Examples are: • analogue/digital inputs and outputs which may be connected direct to unearthed communication networks or circuits; • SELV ports which are suitable for connection to SELV ports of other products.

Tableau A.1 (suite)

Classe d'isolement	Circuits/groupes de produits
TBTP (très basse tension de protection)	Circuits non primaires conformes aux limites de la tension TBT et aux caractéristiques suivantes: - les circuits TBTP doivent être séparés de la TAD par une isolation double/renforcée, et - les circuits TBTP peuvent être raccordés à la terre fonctionnelle, à la terre de protection, ou ont une possibilité de connexion à la terre, Voir Figure A.2 NOTE Les circuits TBTP peuvent être accessibles et sûrs au toucher en conditions d'utilisation normale et en condition de premier défaut. Exemples: - entrées et sorties analogiques/numériques directement connectées à un réseau/circuit de communications; - connexions à des sorties TBTP d'autres produits.
PEB (Protection par liaison équipotentielle)	Circuits non primaires conformes aux limites de la tension TBT et aux caractéristiques suivantes: - une protection principale contre les chocs électriques doit être fournie par une isolation principale isolant le circuit PEB de la tension TAD, et - pour la protection en cas de défaut, le circuit PEB et les parties conductrices accessibles doivent être reliées à la borne de la terre de protection (PE), et la liaison à cette terre doit être conforme à 10.5.3.4.1 exigences de la résistance des liaisons à la terre, ce qui empêchera l'apparition de tensions dangereuses dans le circuit PEB. Voir Figure A.3. NOTE 1 Les circuits PEB peuvent être accessibles et sûrs au toucher en conditions d'utilisation normale et en condition de premier défaut. NOTE 2 Les circuits PEB peuvent être considérés comme des circuits protégés par mise à la terre ou comme des parties accessibles mises à la terre selon le Tableau A.2. Exemples: - entrées et sorties analogiques/numériques directement connectées à un réseau/circuit de communications; - connexions à des sorties PEB d'autres produits.

A.1.2 Symboles

Les symboles suivants sont utilisés dans le Tableau A.2 et les Figures A.1 à A.4.

a) Exigences

B: Isolation principale ou isolation supplémentaire

D: Isolation double ou isolation renforcée

F: Isolation fonctionnelle

b) Circuits et parties

A: Partie accessible, non reliée à la borne du conducteur de protection

C: Enveloppe de l'équipement

TBT: Circuit ou partie qui, en conditions normales, ne dépasse pas les valeurs TBT du Tableau A.1

TAD: Circuit ou partie qui est dangereux(se) sous tension en conditions normales, comme défini dans 3.26

PEB, TBTP et TBTS: Circuits sûrs tant en condition d'utilisation normale qu'en condition de premier défaut, comme défini dans le Tableau A.1

Z: Impédance de circuit secondaire.

Table 1 (continued)

Circuit isolation class	Product circuits/groups
PELV Protective extra low voltage	Non-primary circuits complying with ELV voltage limits and the following conditions: • PELV circuits shall be separated from HLV by reinforced/double insulation; • PELV circuits may be connected to functional earth, the protective (earth) conductor, or have provision for an earth connection. See Figure A.2 NOTE PELV circuits may be accessible and are safe to touch under both normal operational and single-fault conditions. Examples are: • analogue/digital inputs and outputs which may be connected direct to communication networks or circuits; • PELV ports which are suitable for connection to PELV ports of other products.
PEB Protection by equipotential bonding	Non-primary circuits complying with ELV voltage limits and the following conditions: • basic protection against electric shock is provided by basic insulation separating HLV from PEB circuits; • for fault protection, PEB circuits and accessible conductive parts, shall be bonded to the protective conductor terminal and shall comply with 10.5.3.4.1, which will prevent hazardous live voltages in PEB circuits. See Figure A.3. NOTE 1 PEB circuits may be accessible and are safe to touch under both normal operational and single-fault conditions. NOTE 2 PEB circuits may be considered as protective earthed circuits or earthed accessible parts for the purposes of Table A.2. Examples are: • analogue/digital inputs and outputs which may be connected direct to communication networks or circuits; • PEB ports which are suitable for connection to PEB ports of other products.

A.1.2 Symbols

The following symbols are used in Table A.2 and Figures A.1 to A.4.

a) Requirements

- B: Basic insulation or supplementary insulation
 D: Double insulation or reinforced insulation
 F: Functional insulation

b) Circuits and parts

- A: Accessible part, not bonded to the protective conductor terminal
 C: Equipment case
 ELV: Circuit or part for which, under normal operational conditions, the ELV voltage limits in Table A.1 are not exceeded
 HLV: Circuit or part that is hazardous live under normal operational conditions, as defined in 3.26
 PEB, PELV, SELV: Circuits that are safe to touch under both normal and single-fault conditions, as defined in Table A.1
 Z: Impedance of secondary circuit.

Tableau A.2 – Exigences d'isolation entre deux circuits

	Circuit primaire TAD¹⁾	Circuit TBT	Circuit TBTS	Circuit TBTP	Circuit PEB²⁾	Circuit non primaire TAD relié à la terre^{2),3)}	Circuit non primaire TAD non relié à la terre³⁾
Circuit primaire TAD¹⁾	F/B^{1),6)} (D.1 à D.6)/ (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	D (D.7 à D.10)	D (D.7 à D.10)	B⁵⁾ (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)
Circuit TBT	B (D.3 à D.6)	F/B⁶⁾ (D.1 à D.6)/ (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	F/B^{5),6)} (D.1 à D.6)/ (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)
Circuit TBTS	D (D.7 à D.10)	B (D.3 à D.6)	F/B⁶⁾ (D.1 à D.6) / (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	D (D.7 à D.10)	D (D.7 à D.10)
Circuit TBTP	D (D.7 à D.10)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	F/B⁶⁾ (D.1 à D.6) / (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	D (D.7 à D.10)	D (D.7 à D.10)
Circuit PEB²⁾	B⁵⁾ (D.3 à D.6)	F/B^{5),6)} (D.1 à D.6)/ (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	F/B⁵⁾ (D.1 à D.6)/ (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)
Circuit non primaire TAD relié à la Terre^{2),3)}	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	D (D.7 à D.10)	D (D.7 à D.10)	B (D.3 à D.6)	F/B⁶⁾ (D.1 à D.6)/ (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)
Circuit non primaire TAD non relié à la terre³⁾	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	D (D.7 à D.10)	D (D.7 à D.10)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	F/B⁶⁾ (D.1 à D.6) / (D.3 à D.6)
Parties accessibles non reliées à la terre⁷⁾	D (D.7 à D.10)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	F/B⁶⁾ (D.1 à D.6) / (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	D (D.7 à D.10)	B/D⁴⁾ (D.3 à D.6) / (D.7 à D.10)
Parties accessible reliées à la terre de protection (PE)^{2),7)}	B (D.3 à D.6)	F/B⁶⁾ (D.1 à D.6) / (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	F/B⁶⁾ (D.1 à D.6)/ (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)	B (D.3 à D.6)

Les Tableaux ⁶⁾ D.1 à D.10 apparaissent entre parenthèses dans le Tableau A.2. Le choix entre ces tableaux dépend de la catégorie de surtension et du degré de pollution.

B = isolation principale; D = isolation double ou renforcée; F = isolation fonctionnelle; S = isolation supplémentaire

¹⁾ Si la tension fonctionnelle (non relative à la terre/masse) est supérieure à la tension d'isolement assignée, la ligne de fuite pour l'isolation fonctionnelle peut être supérieure à celle pour l'isolation principale. Exemple: une plaque à bornes de tension fonctionnelle entre phases de 400 V r.m.s.; pour un indice de résistance au cheminement (IRC) de 100 à 399, la ligne de fuite pour une isolation fonctionnelle de 400 V est de 4,0 mm (Tableau D.2) comparée à 3,0 mm (Tableau D.6) pour 230 V r.m.s. de tension phase-terre (isolation principale de 300 V).

²⁾ Les connexions au conducteur de protection (PE) doivent être conformes aux exigences de résistance de protection (voir 10.5.3.4.1), autrement le circuit doit être considéré comme un circuit non mis à la terre.

³⁾ Il doit y avoir au moins une isolation principale entre les circuits TAD non primaires et les circuits TAD primaires.

⁴⁾ L'isolation entre un circuit non primaire non mis à la terre à une tension dangereuse et une partie conductrice accessible non mise à la terre (B/D⁴⁾ du Tableau A.2) doit satisfaire à la plus lourde des conditions suivantes:

- isolation double ou renforcée dont la tension de travail est égale à la tension dangereuse; OU
- isolation supplémentaire dont la tension de travail est égale à la tension entre le circuit non primaire à une tension dangereuse ET
 - un autre circuit non primaire à une tension dangereuse; ou
 - un circuit primaire.

Table A.2 – Insulation requirement between any two circuits

See Clause A.2 for typical circuit insulation requirements.

	HLV primary circuit¹⁾	ELV circuit	SELV circuit	PELV circuit	PEB circuit²⁾	Protective earthed HLV non-primary circuit^{2),3)}	Unearthed HLV non-primary circuit³⁾
HLV primary circuit¹⁾	F/B ^{1),6)} (D.1 to D.6)/ (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	D (D.7 to D.10)	D (D.7 to D.10)	B ⁵⁾ (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)
ELV circuit	B (D.3 to D.6)	F/B ⁶⁾ (D.1 to D.6)/ (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	F/B ^{5),6)} (D.1 to D.6)/ (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)
SELV circuit	D (D.7 to D.10)	B (D.3 to D.6)	F/B ⁶⁾ (D.1 to D.6) / (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	D (D.7 to D.10)	D (D.7 to D.10)
PELV circuit²⁾	D (D.7 to D.10)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	F/B ⁶⁾ (D.1 to D.6) / (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	D (D.7 to D.10)	D (D.7 to D.10)
PEB circuit²⁾	B ⁵⁾ (D.3 to D.6)	F/B ^{5),6)} (D.1 to D.6)/ (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	F/B ⁵⁾ (D.1 to D.6)/ (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)
Protective earthed HLV non-primary circuit^{2),3)}	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	D (D.7 to D.10)	D (D.7 to D.10)	B (D.3 to D.6)	F/B ⁶⁾ (D.1 to D.6)/ (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)
Unearthed HLV non-primary circuit³⁾	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	D (D.7 to D.10)	D (D.7 to D.10)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	F/B ⁶⁾ (D.1 to D.6) / (D.3 to D.6)
Unearthed accessible parts⁷⁾	D (D.7 to D.10)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	F/B ⁶⁾ (D.1 to D.6) / (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	D (D.7 to D.10)	B/D ⁴⁾ (D.3 to D.6) / (D.7 to D.10)
Protective earthed accessible parts^{2), 7)}	B (D.3 to D.6)	F/B ⁶⁾ (D.1 to D.6) / (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	F/B ⁶⁾ (D.1 to D.6)/ (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)	B (D.3 to D.6)

Tables D.1 to D.10 are shown in brackets in Table A.2. The choice of these tables depends on the overvoltage category and the pollution degree.

B = Basic insulation; D = Double or reinforced insulation; F = Functional insulation; S = Supplementary insulation

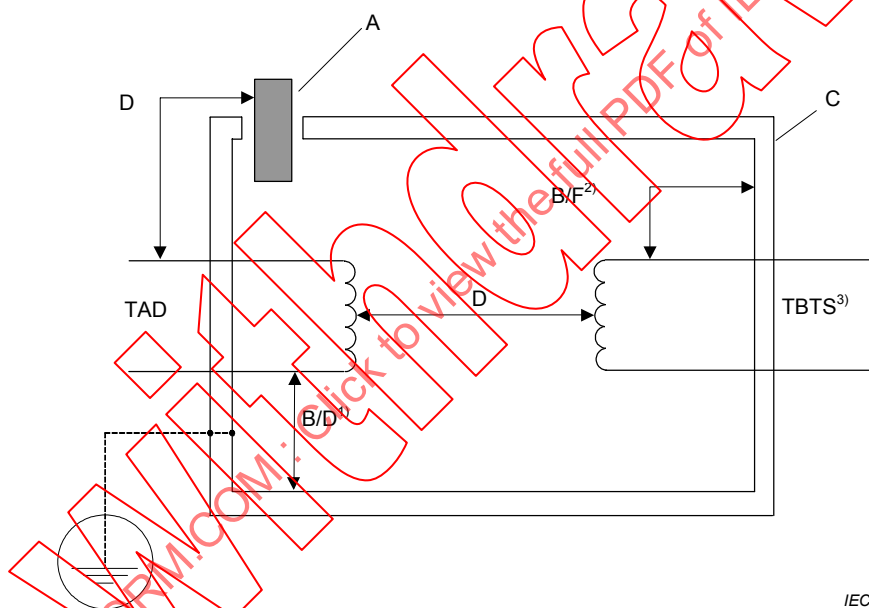
- ¹⁾ If the functional voltage (not relative to earth/ground) is greater than the rated insulation voltage, the creepage distance for the functional insulation may be greater than that of the basic insulation. One example is a terminal block where the functional phase-to-phase voltage is 400 V r.m.s. For a comparative tracking index (CTI) of 100 to 399, the creepage distance for 400 V functional insulation is 4,0 mm (Table D.2) compared with 3,0 mm (Table D.6) for 230 V r.m.s. phase to ground/earth (300 V basic insulation).
- ²⁾ Connections to the protective conductor shall comply with 10.5.3.4.1; otherwise, this shall be considered to be an unearthed circuit.
- ³⁾ There shall be at least basic insulation between HLV non-primary circuits and HLV primary circuits.
- ⁴⁾ Insulation between an unearthed non-primary circuit at hazardous voltage and an unearthed accessible conductive part (B/D⁴⁾ in Table A.2) shall satisfy the more onerous of the following:
- double/reinforced insulation, the working voltage of which is equal to the hazardous voltage; or
 - supplementary insulation, the working voltage of which is equal to the voltage between the non-primary circuit at hazardous voltage; and
 - another non-primary circuit at hazardous voltage; or
 - a primary circuit.

Tableau A.2 (suite)

5)	Voir Figure A.3 pour l'utilisation conditionnelle d'une isolation primaire pour les circuits PEB.
6)	Une isolation supplémentaire ou principale doit être utilisée si l'un des circuits est un circuit indépendant, ou est adjacent à une partie conductrice qui peut être mise à la terre quand l'équipement est installé. Les exigences d'isolement dépendront de la catégorie de surtension. La catégorie de surtension normale est la catégorie III (Tableau D.5 à D.6), cependant dans certaines applications ou les surtensions sont limitées à la catégorie II, Tableau D.3 à D.4 peuvent être utilisées si l'équipement est alimenté par une des sources suivantes: • une *batterie avec aucun relais de protection ou équipement de mesure connecté; ou • *l'alimentation c.a. provenant d'un environnement de bureau. *NOTE Il convient que la tension transitoire maximale soit d'amplitude 2 500 V crête sur l'alimentation.
7)	Un circuit avec mise à la terre fonctionnelle doit être traité comme une partie accessible non mise à la terre. Il peut être traité comme une partie accessible mise à la terre si la mise à la terre fonctionnelle est reliée au conducteur de protection et si ce circuit est conforme aux exigences d'essai de résistance de protection.

A.2 Exemples types d'isolation conformes aux exigences du Tableau A.2

Se référer au Tableau A.2 pour les exigences d'isolement entre les différents circuits.



IEC 1491/05

- 1) Si l'enveloppe/les parties accessibles sont conductrices et connectés au conducteur de terre de protection (PE), une isolation principale (B) est requise entre les parties et les parties TAD. Sinon, une isolation double (D) est requise entre l'enveloppe/les parties accessibles et les parties TAD.
- 2) Si l'enveloppe est conductrice, une isolation principale (B) doit être utilisée vis à vis des parties TBTS. Sinon, une isolation fonctionnelle (F) peut être utilisée.
- 3) La connexion d'une terre à un circuit TBTS n'est pas autorisée.

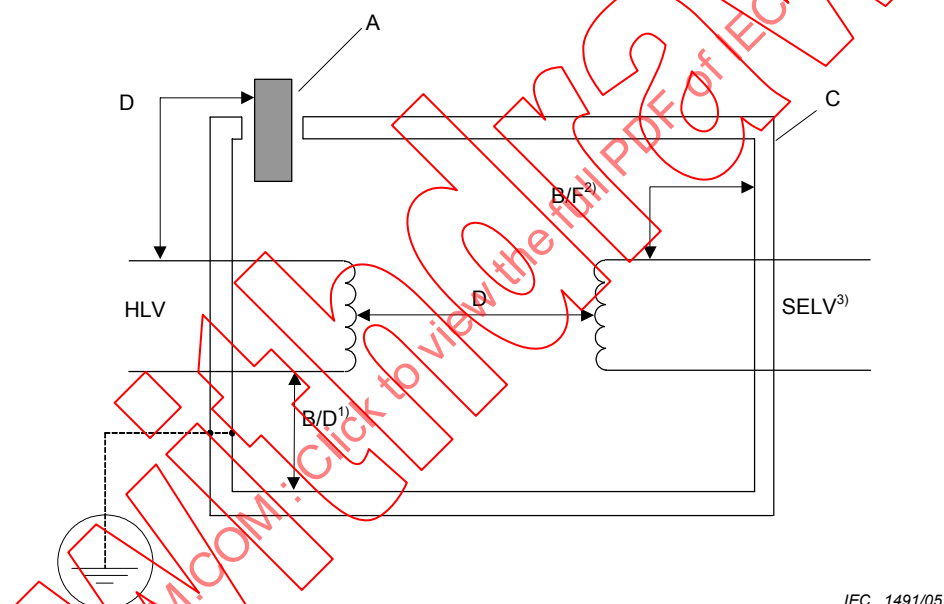
Figure A.1 – Equipement avec des entrées/sorties TBTS

Table A.2 (continued)

- ⁵⁾ See Figure A.3 for the conditional use of basic insulation for PEB.
- ⁶⁾ Supplementary or basic insulation shall be used if one of the circuits is an independent circuit or is adjacent to a conductive part which may be earthed when the equipment is installed. The insulation requirement will depend on the overvoltage category. The normal overvoltage category for equipment is overvoltage category III (Table D.5 or D.6); however, in some applications, where transients are limited to overvoltage category II, Table D.3 or D.4 may be applied if the equipment is supplied from one of the following:
- a battery* with no protective relays or measuring equipment connected; or
 - the a.c.* supply of an office environment.
- *NOTE The maximum transient voltage amplitude on the supply shall be 2 500 Vp.
- ⁷⁾ A functional earthed circuit shall be treated as an unearthed accessible part. The exception is where the functional earth is bonded to the protective conductor and this meets PBR requirements, then it may be treated as an earthed accessible part.

A.2 Typical insulation examples complying with the requirements of Table A.2

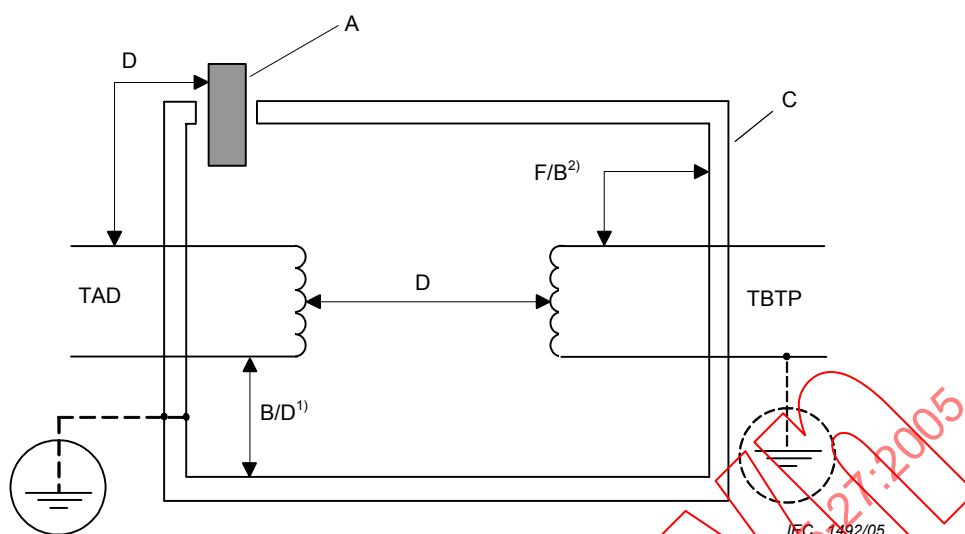
Refer to Table A.2 for the insulation requirements between different circuits/parts.



IEC 1491/05

- ¹⁾ If the case/accessible parts are conductive and connected to the protective conductor terminal, only basic insulation is required between these and HLV. Otherwise, double insulation (D) is required between conductive case/accessible parts and HLV.
- ²⁾ If the case is conductive, basic insulation (B) shall be used between it and the SELV circuit; otherwise, functional insulation may be used.
- ³⁾ Connection of an earth to a SELV circuit is not permitted.

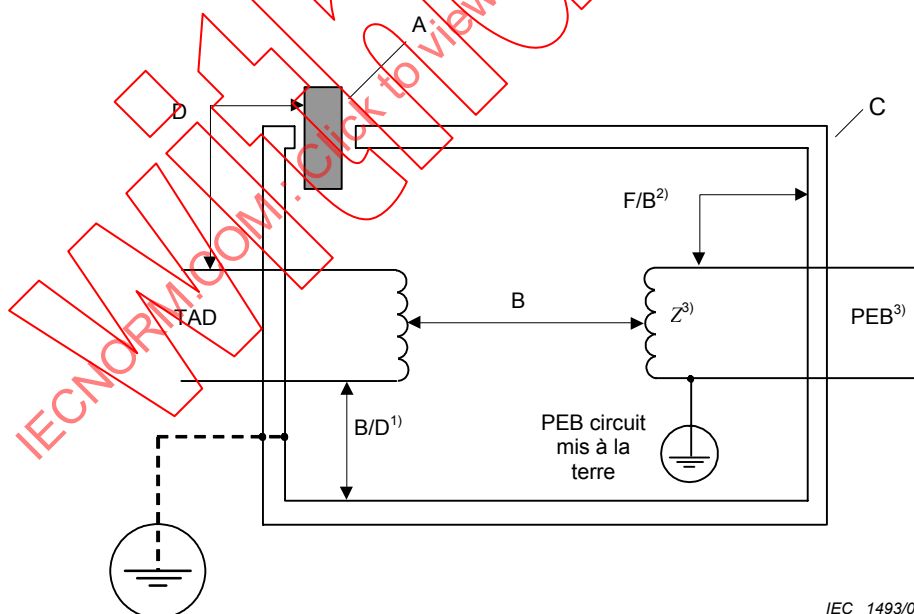
Figure A.1 – Equipment with SELV input/output (I/O)



- 1) Si l'enveloppe/ les parties accessibles sont conductrices et connectées au conducteur de terre de protection (PE), une isolation principale (B) est requise entre les parties et les parties TAD. Sinon, une isolation double (D) est requise entre l'enveloppe/ les parties accessibles et les parties TAD.
- 2) Si l'enveloppe est conductrice et non reliée à la terre, une isolation principale (B) doit être utilisée vis à vis des parties TBTP. Sinon, une isolation fonctionnelle (F) peut être utilisée.

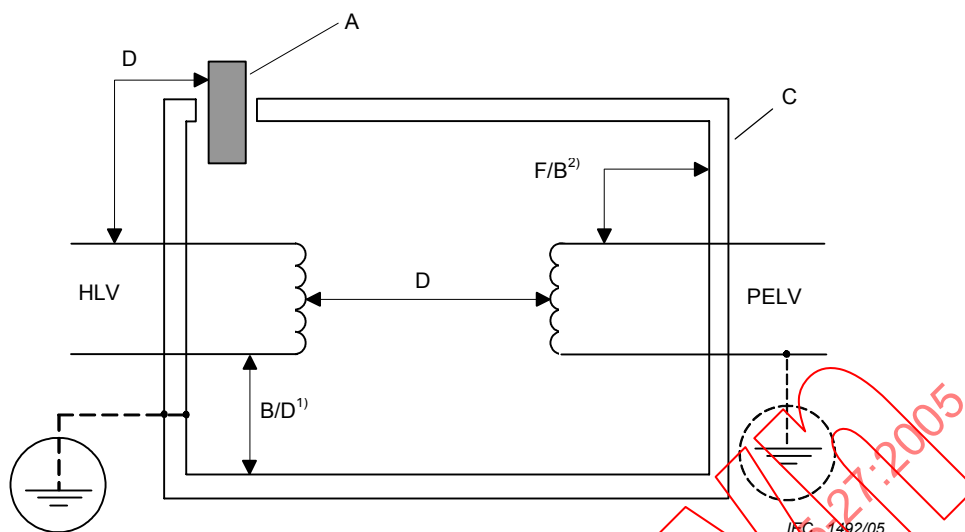
NOTE Il est possible de relier un conducteur de terre/masse à un équipement de classe II uniquement pour des raisons fonctionnelles, par exemple le blindage d'un câble relié à la terre: cependant cet écran devra être séparé des circuits adjacents par une isolation principale, en fonction de la tension spécifiée du circuit adjacent.

Figure A.2 – Equipement avec des entrées/sorties TBTP



- 1) Si l'enveloppe/ les parties accessibles sont conductrices et connectées au conducteur de terre de protection (PE), une isolation principale (B) est requise entre les parties et les parties TAD. Sinon, une isolation double (D) est requise entre l'enveloppe/ les parties accessibles et les parties TAD.
- 2) Si l'enveloppe est conductrice et non reliée à la terre, une isolation principale (B) doit être utilisée vis à vis des parties PEB. Sinon, une isolation fonctionnelle (F) peut être utilisée.
- 3) La connexion d'un circuit PEB à la borne du conducteur de protection doit être conforme à 10.5.3.4.1 exigences de la résistance des liaisons à la terre. Ainsi, si en condition de premier défaut une tension TAD est en court circuit vers le circuit PEB, le circuit PEB ne deviendra pas dangereux lui même.

Figure A.3 – Equipement avec des entrées/sorties PEB

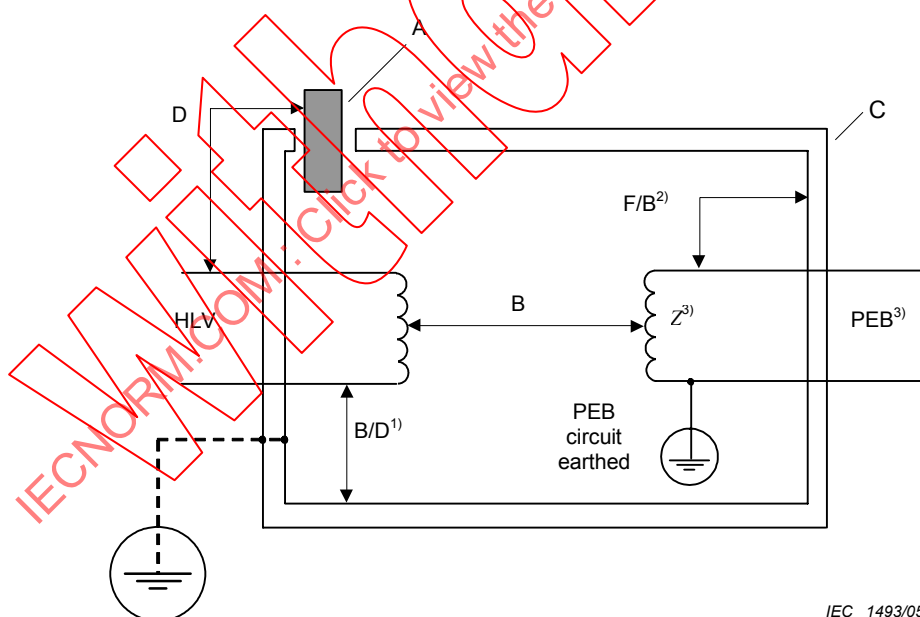


¹⁾ If the case/accessible parts are conductive and connected to the protective conductor terminal, only basic insulation is required between these and HLV. Otherwise, double insulation is required between conductive case/accessible parts and HLV.

²⁾ If the case is conductive and unearthed, basic insulation shall be used between it and the PELV circuit; otherwise, functional insulation may be used.

NOTE It is only permissible to connect an earth/ground conductor to Class II equipment for functional/EMC purposes, for example, an earthed cable screen; however, this screen should be protected from adjacent circuits by basic insulation, rated for the adjacent circuit voltage.

Figure A.2 – Equipment with PELV input/output (I/O)

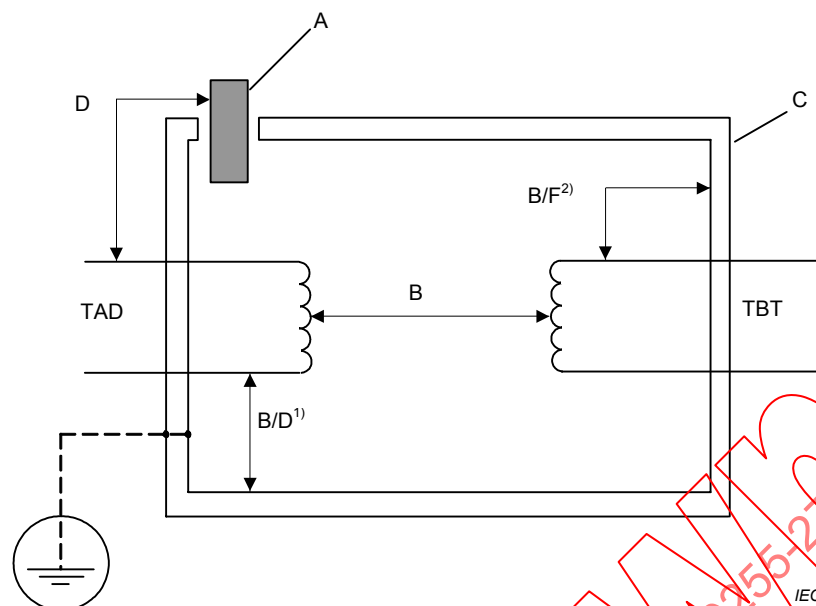


¹⁾ If the case/accessible parts are conductive and connected to the protective conductor terminal, only basic insulation is required between these and HLV. Otherwise, double insulation is required between conductive case/accessible parts and HLV.

²⁾ If the case is conductive and unearthed, basic insulation shall be used between it and the PELV circuit; otherwise, functional insulation may be used.

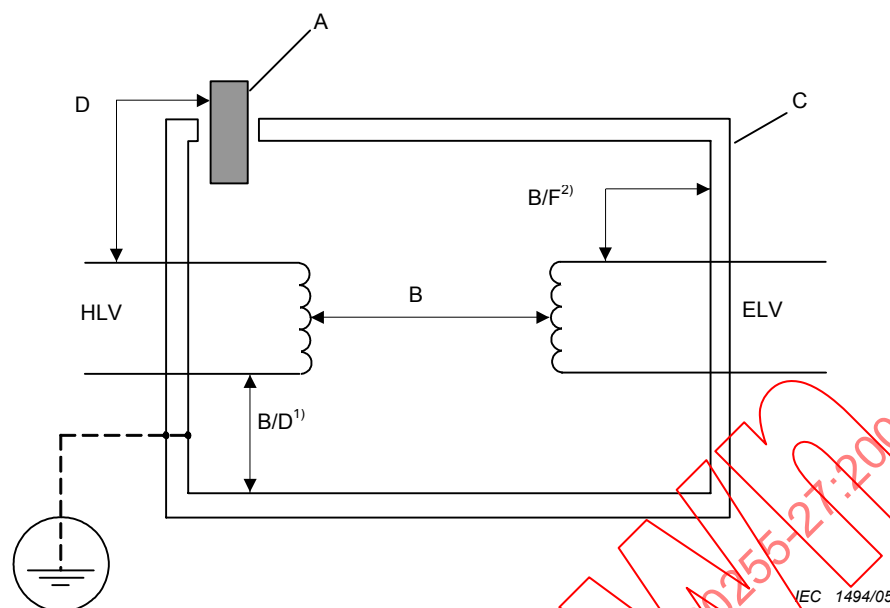
³⁾ The connection path of the PEB circuit to the protective conductor terminal, including impedance Z , shall comply with 10.5.3.4.1. Then, if under a single-fault condition, an HLV conductor was shorted to the PEB circuit, the PEB circuit would not become hazardous live.

Figure A.3 – Equipment with PEB input/output (I/O)



- ¹⁾ Si l'enveloppe/les parties accessibles sont conductrices et connectées au conducteur de terre de protection (PE), une isolation principale (B) est requise entre les parties et les parties TAD. Sinon, une isolation double (D) est requise entre l'enveloppe/les parties accessibles et les parties TAD.
- ²⁾ Si l'enveloppe est conductrice, une isolation principale (B) doit être utilisée vis à vis des parties TBT. Sinon, une isolation fonctionnelle (F) peut être utilisée.

Figure A.4 – Equipement avec des entrées/sorties TBT



- ¹⁾ If the case/accessible parts are conductive and connected to the protective conductor terminal, only basic insulation is required between these and HLV. Otherwise, double insulation is required between conductive case/accessible parts and HLV.
- ²⁾ If the case is conductive, basic insulation shall be used between it and the ELV circuit; otherwise, functional insulation may be used.

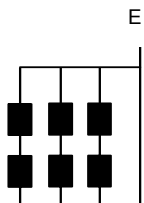
Figure A.4 – Equipment with ELV input/output (I/O)

Annexe B (informative)

Tensions nominales des systèmes d'alimentation

L'objet de la présente annexe est de fournir des informations sur la tension nominale du système d'alimentation c.a. ou c.c. pour que la tension de travail appropriée puisse être déterminée et utilisée conjointement avec les informations des Annexes A, C et D, afin de déterminer les exigences de distances dans l'air et de lignes de fuite pour les circuits.

Tableau B.1 – Tensions nominales des systèmes d'alimentation c.a. ou c.c.

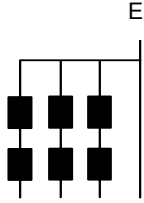
Tension phase- neutre déduite des tensions nominales , c.a. r.m.s. ou c.c., jusqu'à et y compris	Tensions nominales actuellement utilisées dans le monde			
	Réseaux triphasés à quatre fils avec neutre mis à la terre (étoile) 	Réseaux triphasés à trois fils sans mise à la terre (triangle) 	Réseaux monophasés à deux fils, c.a. ou c.c. 	Réseaux monophasés à trois fils, c.a. ou c.c. 
V	V	V	V	V
50	-----	-----	12,5, 24, 25, 30, 42, 48	30-60
100	66/115	66	60	-----
150	120/208, 127/220	115, 120, 127	110, 120	110-220, 120-240
300	220/380, 230/400, 240/415, 260/440, 277/480	220, 230, 240, 260, 277, 347, 380, 400, 415, 440, 480	220	220-440
600	347/600, 380/660, 400/690, 417/720, 480/830	500, 577, 600	480	480-960
1000	-----	660, 690, 720, 830, 1000	1000	-----

Annex B (informative)

Nominal voltages of supply systems

The purpose of this annex is to provide information on the nominal voltage of the a.c. or d.c. supply system in order that the appropriate working voltage can be determined and used in conjunction with information in Annexes A, C and D to determine the clearance and creepage distance requirements for circuits.

Table B.1 – Nominal voltages of a.c. or d.c. supply systems

Voltage line-to-neutral derived from nominal rated or working voltages, a.c., r.m.s. or d.c., up to and including V	Nominal voltages presently used in the world			
	Three-phase four-wire systems with earthed neutral (star)  V	Three-phase three-wire systems unearthed (delta)  V	Single-phase two-wire systems a.c. or d.c.  V	Single-phase three-wire systems a.c. or d.c.  V
50	-----	-----	12,5, 24, 25, 30, 42, 48	30-60
100	66/115	66	60	-----
150	120/208, 127/220	115, 120, 127	110, 120	110-220, 120-240
300	220/380, 230/400, 240/415, 260/440, 277/480	220, 230, 240, 260, 277, 347, 380, 400, 415, 440, 480	220	220-440
600	347/600, 380/660, 400/690, 417/720, 480/830	500, 577, 600	480	480-960
1 000	-----	660, 690, 720, 830, 1 000	1 000	-----

Annexe C (normative)

Tensions de choc assignées

L'objet de cette annexe est de fournir des informations sur les exigences de tenue aux tensions de choc qui peuvent apparaître sur les lignes d'alimentation, relatives à la terre/neutre. L'alimentation nominale assignée ou les tensions de travail peuvent être déterminées en utilisant l'Annexe B.

La tension assignée et la catégorie de surtension concernées sont utilisées conjointement avec le degré de pollution pour sélectionner le tableau appropriée de l'Annexe D afin de déterminer les distances dans l'air et les lignes de fuite, pour des raisons de sécurité. Pour la plupart des applications, 300 V et la catégorie III de surtension sont applicables (voir D.1.1).

La tension de choc assignée détermine la distance dans l'air.

Tableau C.1 – Tensions de choc assignées (forme d'onde: 1,2/50 μ s)

Tension phase-neutre déduite des tensions nominales , c.a. r.m.s. ou c.c., jusqu'à et y compris V (voir notes 1 et 2)	Tension de choc assignée (voir note 3) V		
	Catégorie de surtension		
	I	II	III
50	330	500	800
100	500	800	1 500
150	800	1 500	2 500
300	1 500	2 500	4 000
600	2 500	4 000	6 000
1 000	4 000	6 000	8 000

NOTE 1 Les tensions phase-neutre sont des valeurs préférentielles (voir Tableau B.1), pour application à différentes alimentations à basse tension et leurs tensions nominales.

NOTE 2 Les tensions de choc assignées sont données pour une altitude de 2 000 m; voir le Tableau D.11 pour le facteur multiplicateur de la tension d'essai à des altitudes plus élevées.

NOTE 3 L'interpolation de la tension de choc assignée n'est pas permise pour les circuits connectés à des circuits primaires.

NOTE 4 Pour les surtensions de catégorie IV, se référer à la CEI 60664-1.

Annex C (normative)

Rated impulse voltages

The purpose of this annex is to provide information on the withstand requirements for voltage impulses, which may appear on the supply lines, relative to neutral/earth. The nominal rated supply or working voltages can be determined using Annex B.

The relevant rated voltage and overvoltage category are used, together with the pollution degree, to select the appropriate table in Annex D for the determination of clearances and creepage distances, for safety reasons. For most applications 300 V and overvoltage category III are applicable (see D.1.1).

The rated impulse voltage determines the clearance in air.

Table C.1 – Rated impulse voltages (waveform: 1,2/50 μ s)

Voltage line-to-neutral derived from nominal rated or working voltages a.c. r.m.s. or d.c. up to and including V (see Notes 1 and 2)	Rated impulse voltage (see note 3) V		
	Overvoltage category		
	I	II	III
50	330	500	800
100	500	800	1 500
150	800	1 500	2 500
300	1 500	2 500	4 000
600	2 500	4 000	6 000
1 000	4 000	6 000	8 000

NOTE 1 The line-to-neutral voltages are preferred values (see Table B.1) for application to existing different low-voltage supplies and their nominal voltages.

NOTE 2 The rated impulse voltages are given for an altitude of 2 000 m; see Table D.11 for the multiplication factor for the test voltage at higher altitudes.

NOTE 3 Interpolation of the rated impulse voltage is not permissible for circuits connected to primary circuits.

NOTE 4 For overvoltage category IV values, refer to IEC 60664-1.

Annexe D (normative)

Lignes directrices pour la détermination de la distance dans l'air, de la ligne de fuite et des tensions de tenue

D.1 Généralités

Cette annexe fournit un guide pour la détermination des distances minimales dans l'air, des lignes de fuite et des tensions de tenue pour l'isolation de l'équipement, y compris les effets de l'altitude.

Les distances dans l'air et les lignes de fuite doivent être sélectionnées en tenant compte des influences suivantes:

- degré de pollution;
- catégorie de surtension;
- tension d'isolement assignée;
- exigences d'isolation (fonctionnelle, principale, double et renforcée);
- emplacement de l'isolation (par exemple, sujette à des contraintes mécaniques etc.).

L'isolation principale fournit une protection de base contre les chocs électriques. Elle est normalement déterminée pour la tension de travail relative à la terre, pour la catégorie de surtension appropriée, qui détermine la tension de choc assignée.

L'isolation fonctionnelle est nécessaire pour le fonctionnement de l'équipement et ne fournit pas une protection contre les chocs électriques. La tension de choc a généralement peu d'influence pour la détermination de l'isolation fonctionnelle. Les Tableaux D.2 ou D.1 sont normalement appropriés. Cependant, d'autres Tableaux (par exemple D.3 à D.6) peuvent être appropriés en fonction des tensions de choc ou transitoires qui peuvent se produire dans le circuit fonctionnel. Par conséquent, les Tables D.3 à D.6 peuvent être applicables à l'isolation fonctionnelle, à l'isolation principale ou à l'isolation supplémentaire.

Il n'y a pas d'exigences de distances dans l'air ou de lignes de fuite pour l'isolation solide intérieure de parties moulées sans vides, y compris les couches intérieures des circuits imprimés multicouches. L'isolation solide doit être prouvée par essai de tension diélectrique conformément à 10.5.3.2.

D.1.1 Tensions d'isolement assignées

La tension d'isolement assignée d'un ou de tous les circuits de l'équipement peut être déterminée à l'aide des tableaux de cette annexe. Cependant, pour l'équipement alimenté directement par des transformateurs de mesure et pour les circuits qui doivent être connectés directement à l'alimentation¹³ de la batterie de la station, la tension d'isolement assignée ne doit pas être inférieure à 250 V; cela est applicable aux tensions d'alimentation entre 0 V et 250 V.

¹³ Si une batterie de 24 V ou 48 V était utilisée pour des besoins de communication uniquement, c'est-à-dire sans relais de mesure ni dispositifs de protection connectés à l'alimentation de la batterie, conformément au Tableau C.1, 50 V est la tension de travail appropriée. La tension de choc associée pour la catégorie III de surtension est de 800 V crête. Cependant, la CEI 62151 doit être utilisée pour déterminer si une surtension plus élevée concernant la connexion à un réseau de communications est applicable.

Annex D

(normative)

Guidance for the determination of clearance, creepage distance and withstand voltages

D.1 General

This annex provides guidance for the determination of the minimum clearances, creepage distances and withstand voltages for equipment insulation, including the effect of altitude.

Clearances and creepage distances shall be selected after consideration of the following influences:

- pollution degree;
- overvoltage category;
- rated insulation voltage;
- insulation requirement (functional, basic, double and reinforced);
- location of insulation (for example, subject to mechanical stresses etc.).

Basic insulation provides basic protection against electric shock and is normally determined for the working voltage relative to earth, for the appropriate overvoltage category, which determines the impulse voltage rating.

Functional insulation is required for the functioning of the equipment and does not provide protection against electric shock. The impulse voltage generally has little influence in the determination of functional insulation. Table D.2 or D.1 is normally appropriate. However, other tables, for example, Tables D.3 to D.6, may be appropriate according to the transient or impulse voltages which may be seen across the functional circuit. Therefore, Tables D.3 to D.6 may be applicable to functional insulation or basic insulation or supplementary insulation.

There are no clearance or creepage distance requirements for the interior solid insulation of void-free moulded parts, including the inner layers of multi-layer printed circuit boards. Solid insulation shall be proven by dielectric voltage testing in accordance with 10.5.3.2.

D.1.1 Rated insulation voltages

The rated insulation voltage of one or all of the equipment's circuits can be determined from the tables in this annex. However, for equipment energized direct from instrument transformers and for circuits to be connected direct to the station battery supply¹³, the rated insulation voltage shall not be less than 250 V; this is applicable for energizing voltages between 0 V and 250 V.

¹³ If a 24 V or 48 V battery was used for communication purposes only, i.e. with no measuring relays or protection equipment connected to the battery supply, then according to Table C.1, 50 V is the appropriate working voltage and the associated impulse voltage for overvoltage category III is 800 Vp. However, IEC 62151 should be used to determine if a higher overvoltage relevant to connection to a communication network is applicable.

La tension de choc assignée de l'équipement directement alimenté par l'alimentation c.a. de basse tension doit être sélectionnée dans le Tableau C.1 correspondant à la catégorie de surtension (normalement III) spécifiée et à la tension nominale de l'équipement.

Pour l'isolation principale, supplémentaire, renforcée et double, les valeurs de tension de la colonne 1 des Tableaux D.3 à D.10 sont relatives à la terre/neutre.

NOTE Les Tableaux D.1 et D.2 sont destinés spécifiquement à la tension de travail de l'isolation fonctionnelle et peuvent ne pas être relatifs à la terre/neutre.

D.1.2 Détermination de la tension d'isolement assignée

La tension d'isolement assignée doit être déterminée comme suit:

- a) pour l'isolation entre parties actives et parties conductrices accessibles, pas moins que la tension assignée du circuit concerné;
- b) pour l'isolation entre les parties d'un circuit, à l'exception des dispositions du point e), pas moins que la tension assignée du circuit concerné;
- c) pour l'isolation entre parties de deux circuits indépendants, la tension d'isolement assignée doit être au moins égale à la tension assignée la plus élevée de ces circuits;
- d) pour les espaces entre les contacts ouverts, sauf s'il en est convenu autrement entre le constructeur et l'utilisateur, aucune tension d'isolement assignée n'est spécifiée;
- e) pour les circuits d'un équipement dont les tensions assignées dépassent 1 000 V, il faudra utiliser la CEI 60664-1 pour déterminer les distances dans l'air, les lignes de fuite et les tensions de tenue.

La tension d'isolement assignée doit être déterminée à partir du Tableau B.1, colonne 1, en se référant à D.1.1 pour la tension assignée minimum pour certains circuits.

D.1.3 Détermination de la tension de choc assignée

Les surtensions transitoires qui peuvent se produire pendant le fonctionnement sont la base pour déterminer la tension de choc assignée (voir 5.1.9.1.1 pour les circuits primaires et 5.1.9.1.2 pour les circuits non primaires et pour la référence de l'essai).

La tension d'isolement assignée doit d'abord être déterminée (voir D.1.2).

La tension d'isolement assignée et la catégorie de surtension applicable doivent ensuite être utilisées dans le Tableau C.1 pour déterminer la tension de choc assignée.

D.1.3.1 Sélection de la tension de choc assignée

La tension de choc assignée de l'équipement doit être déterminée en utilisant les Tableaux B.1 et C.1 correspondant à la catégorie de surtension spécifiée et à la tension nominale de l'équipement.

D.1.3.2 Coordination de l'isolation de la tension de choc à l'intérieur de l'équipement

Pour les parties ou les circuits se trouvant à l'intérieur de l'équipement et considérablement influencés par des surtensions transitoires externes, la tension de choc assignée de l'équipement s'applique. Les surtensions transitoires qui peuvent être générées par le fonctionnement de l'équipement ne doivent pas influencer sur les conditions des circuits externes au-delà des spécifications de D.1.4.

The rated impulse voltage of equipment energized direct from the low-voltage a.c. supply shall be selected from Table C.1 corresponding to the overvoltage category (normally III) specified and the nominal voltage of the equipment.

For basic, supplementary, reinforced and double insulation, the voltage values in column 1 of Tables D.3 to D.10 are relative to earth/neutral.

NOTE Tables D.1 and D.2 are specifically for the working voltage of functional insulation and may not be relative to earth/neutral.

D.1.2 Determination of rated insulation voltage

The rated insulation voltage shall be determined as follows:

- a) for insulation between live parts and exposed conductive parts, not less than the rated voltage of the circuit under consideration;
- b) for insulation between the parts of one circuit, except as provided in item e), not less than the rated voltage of the circuit under consideration;
- c) for insulation between parts of two independent circuits, the rated insulation voltage should be at least equal to the higher rated voltage of these circuits;
- d) for gaps between open contacts, unless otherwise agreed between manufacturer and user, no rated insulation voltage is specified;
- e) for circuits of an equipment having rated voltages exceeding 1 000 V, IEC 60664-1 shall be used for determining clearances, creepage distances and withstand voltages.

The rated insulation voltage shall be determined from Table B.1, column 1, with reference to D.1.1 for the minimum applicable rating for some circuits.

D.1.3 Determination of rated impulse voltage

Transient overvoltages as expected during operation are taken as the basis for determining the rated impulse voltage (see 5.1.9.1.1 for primary circuits and 5.1.9.1.2 for non-primary circuits, and for the test reference).

Firstly the rated insulation voltage shall be determined, see D.1.2.

The rated insulation voltage and applicable overvoltage category shall then be used in Table C.1 to determine the rated impulse voltage.

D.1.3.1 Selection of rated impulse voltage

The rated impulse voltage of equipment shall be determined using Tables B.1 and C.1 corresponding to the overvoltage category specified and to the nominal voltage of the equipment.

D.1.3.2 Impulse voltage insulation coordination within the equipment

For parts or circuits within the equipment which are significantly influenced by external transient overvoltages, the rated impulse voltage of the equipment applies. Transient overvoltages which can be generated by the operation of the equipment shall not influence external circuit conditions beyond that specified in D.1.4.

Pour les autres parties ou circuits à l'intérieur de l'équipement qui ne sont pas spécifiquement protégés contre les surtensions transitoires, par suppression des transitoires, de telle façon qu'ils ne sont pas influencés par des surtensions transitoires externes, la tenue à la tension de choc requise pour l'isolation n'est pas en relation avec la tension de choc assignée de l'équipement, mais avec les conditions réelles de cette partie; la distance dans l'air doit être déterminée à partir du Tableau approprié D.1 à D.10. Le circuit protégé contre les transitoires doit cependant être conforme aux exigences d'essai de 10.5.2.2. Cependant, la catégorie de surtension de l'ensemble du circuit ne peut pas être réduite à moins qu'une suppression des transitoires appropriée ne soit utilisée tant pour le mode différentiel que pour le mode commun.

D.1.4 Surtensions de manœuvre générées par l'équipement

Pour l'équipement susceptible de générer des surtensions sur ses bornes (des appareils de commutation par exemple), la tension de choc assignée implique que l'équipement ne doit pas générer de surtensions dépassant cette valeur lorsqu'il est utilisé conformément aux normes et aux instructions du constructeur. Autrement, l'utilisateur doit prendre des mesures pour limiter l'impact des surtensions de manœuvre.

D.1.5 Matériaux d'isolation

La valeur des indices de résistance au cheminement (IRC) est utilisée pour classer les matériaux d'isolation comme suit:

Matériaux du groupe I	$600 \leq \text{IRC}$
Matériaux du groupe II	$400 \leq \text{IRC} < 600$
Matériaux du groupe IIIa	$175 \leq \text{IRC} < 400$
Matériaux du groupe IIIb	$100 \leq \text{IRC} < 175$

NOTE 1 Les valeurs IRC ci-dessus se réfèrent aux valeurs obtenues pour le matériau d'isolation conformément à la CEI 60112, méthode A.

NOTE 2 Pour les matériaux d'isolation inorganiques, par exemple le verre ou la céramique qui ne produisent pas de cheminement, les lignes de fuite n'ont pas besoin d'être plus longues que les distances dans l'air qui leur sont associées. Cependant, il convient que le risque de décharge disruptive soit pris en compte.

D.1.6 Catégories de surtension

La catégorie de surtension applicable doit être déterminée sur la base des critères suivants:

CATÉGORIE I

Cette catégorie s'applique à l'équipement pour lequel des mesures spéciales sont prises pour limiter les tensions transitoires à des valeurs appropriées, par exemple les circuits électroniques bien protégés.

NOTE Pour revendiquer la catégorie I, il convient que les mesures spéciales de tension s'appliquent aux circuits connectés tant en mode commun qu'en mode différentiel.

CATÉGORIE II

Equipement qui répond aux critères suivants:

- a) les circuits auxiliaires (circuits d'alimentation électrique) de l'équipement sont connectés à une alimentation de tension utilisée uniquement pour l'alimentation d'équipement statique;

NOTE Cela s'applique uniquement si les fils sont courts. En l'absence de commutations d'autres circuits connectés à l'alimentation c.a. ou c.c., les niveaux de tension transitoire sur les fils d'alimentation seront plus bas que ceux spécifiés dans la catégorie III de surtension.

For other parts or circuits within the equipment which are specifically protected against transient overvoltages, by transient suppression, so that they are not significantly influenced by external transient overvoltages, the impulse voltage withstand required for insulation is not related to the rated impulse voltage of the equipment but to the actual conditions for that part or circuit and the clearance shall be determined from the appropriate Table D.1 to D.10. The transient protected circuit shall however comply with the test requirements in 10.5.2.2. However, the overall overvoltage category of the circuit cannot be reduced unless suitable transient suppression is employed for both differential and common modes.

D.1.4 Switching overvoltages generated by equipment

For equipment capable of generating an overvoltage at its terminals, for example switching devices, the rated impulse voltage implies that the equipment shall not generate overvoltages in excess of this value when used in accordance with the relevant standard and instructions of the manufacturer. Otherwise, the user shall provide measures to limit the impact of the switching overvoltages.

D.1.5 Insulation material

Comparative tracking index (CTI) values are used to categorize insulation materials 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	$100 \leq \text{CTI} < 175$

NOTE 1 The CTI values above refer to values obtained, in accordance with IEC 60112, method A, for the insulation material used.

NOTE 2 For inorganic insulating materials, for example, glass or ceramics which do not track, creepage distances need not be greater than their associated clearances. However, the risk of disruptive discharge should be considered.

D.1.6 Overvoltage categories

The applicable overvoltage category shall be determined on the basis of the following criteria.

CATEGORY I

This applies to equipment where special measures are taken to limit transient voltages to appropriate values, for example, well-protected electronic circuits.

NOTE To claim category I, the special voltage measures should apply to both common and differentially connected circuits.

CATEGORY II

Where all of the following apply:

- a) the auxiliary circuits (power supply circuits) of the equipment are connected to a voltage supply used only for the power supply of static equipment;

NOTE This is only if the leads are short, and in the absence of switching of other circuits connected to the a.c. or d.c. supply, the levels of transient voltage on the supply leads will be lower than specified in overvoltage category III.

- b) les circuits d'entrée de l'alimentation de l'équipement ne sont pas connectés directement à des transformateurs de tension ou de courant et de bonnes protections par écran et mise à la terre sont utilisées sur les fils de connexion;
- c) les circuits de sortie sont connectés à une charge par des fils courts.

CATÉGORIE III

Cette catégorie s'applique dans la plupart des cas pratiques de l'application d'équipement et elle doit en particulier être utilisée quand:

- a) les circuits auxiliaires d'alimentation (circuits d'alimentation électrique) de l'équipement sont connectés à une batterie commune et/ou, en raison de la longueur des fils, des tensions transitoires en mode commun d'une valeur relativement élevée peuvent apparaître sur les fils d'alimentation et des tensions en mode différentiel peuvent apparaître si l'on allume d'autres circuits connectés à la même batterie ou source d'alimentation;
- b) les circuits d'entrée de l'alimentation de l'équipement sont connectés à des transformateurs de courant et de tension;
- c) les circuits de sortie sont connectés à une charge par des fils longs avec la possibilité que des tensions transitoires en mode commun d'une valeur relativement élevée puissent apparaître sur les bornes de sortie.

- b) the input energizing circuits of the equipment are not connected direct to voltage or current transformers and where good screening and earthing is employed on the connection leads;
- c) the output circuits are connected to a load by short lead lengths.

CATEGORY III

This category applies to most practical cases of the application of equipment and shall, in particular, be used where

- a) the auxiliary energizing circuits (power-supply circuits) of the equipment are connected to a common battery and/or, due to long lead lengths, common mode transient overvoltages of a relatively high value may appear on the supply leads, and differential mode voltages may arise from switching in other circuits connected to the same battery or supply source;
- b) the input energizing circuits of the equipment are connected to current and voltage transformers;
- c) the output circuits are connected to a load by long leads with the result that common mode transient voltages of a relatively high value may appear at the output terminals.

D.2 Détermination des distances dans l'air, des lignes de fuite et des tensions de tenue

D.2.1 Guide pour la détermination des distances dans l'air, des lignes de fuite et des tensions de tenue

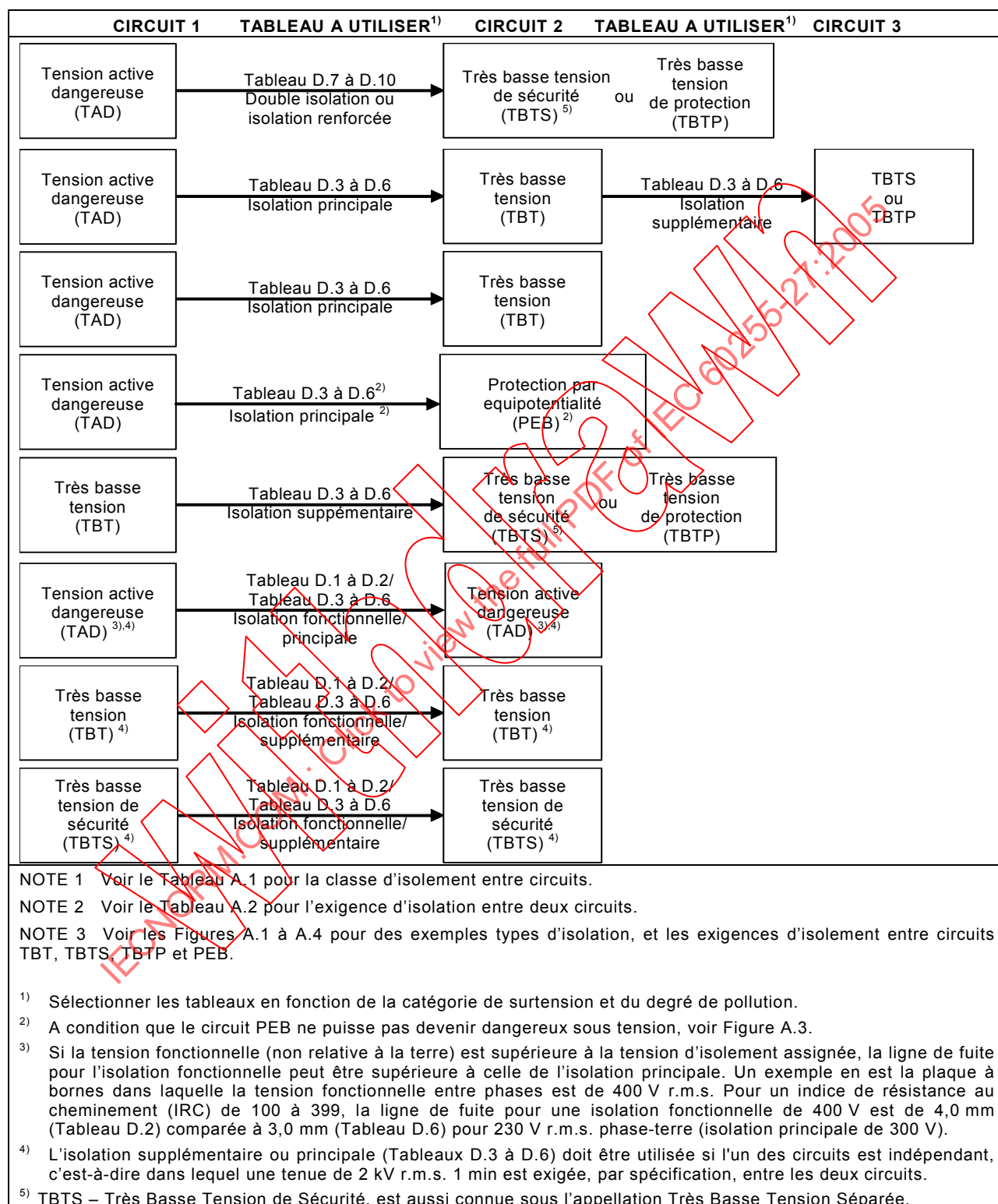


Figure D.1 – Guide pour la détermination des distances dans l'air, des lignes de fuite et des tensions de tenue

D.2 Determination of clearances, creepage distances and withstand voltages

D.2.1 Guidance for determination of clearances, creepage distances and withstand voltages

CIRCUIT 1	TABLE TO BE USED ¹⁾	CIRCUIT 2	TABLE TO BE USED ¹⁾	CIRCUIT 3
Hazardous live voltage (HLV)	Table D.7 to D.10 Double insulation or reinforced insulation	Safety extra low voltage (SELV) ⁵⁾ or Protective extra low voltage (PELV)		
Hazardous live voltage (HLV)	Table D.3 to D.6 Basic insulation	Extra low voltage (ELV)	Table D.3 to D.6 Supplementary insulation	PELV or SELV
Hazardous live voltage (HLV)	Table D.3 to D.6 Basic insulation	Extra low voltage (ELV)		
Hazardous live voltage (HLV)	Table D.3 to D.6 ²⁾ Basic insulation ²⁾	Protective equipotential bonding (PEB) ²⁾		
Extra low voltage (ELV)	Table D.3 to D.6 Supplementary insulation	Safety extra low voltage (SELV) ⁵⁾ or Protective extra low voltage (PELV)		
Hazardous live voltage (HLV) ^{3),4)}	Table D.1 to D.2/ Table D.3 to D.6 Functional/basic insulation	Hazardous live voltage (HLV) ^{3),4)}		
Extra low voltage (ELV) ⁴⁾	Table D.1 to D.2/ Table D.3 to D.6 Functional/supplementary insulation	Extra low voltage (ELV) ⁴⁾		
Safety extra low voltage (SELV) ⁴⁾	Table D.1 to D.2/ Table D.3 to D.6 Functional/supplementary insulation	Safety extra low voltage (SELV) ⁴⁾		

NOTE 1 See Table A.1 for circuit isolation class.

NOTE 2 See Table A.2 for the insulation requirements between any two circuits.

NOTE 3 See Figures A.1 to A.4 for typical insulation examples and insulation requirements between ELV, PEB, PELV and SELV circuits.

¹⁾ Select the tables according to overvoltage category and pollution degree.

²⁾ Provided that the PEB circuit cannot become hazardous live (see Figure A.3).

³⁾ If the functional voltage (not relative to earth/ground) is greater than the rated insulation voltage, the creepage distance for the functional insulation may be greater than that of the basic insulation. One example is a terminal block where the functional phase-to-phase voltage is 400 V r.m.s. For a comparative tracking index (CTI) of 100 to 399, the creepage distance for 400 V functional insulation is 4,0 mm (Table D.2) compared with 3,0 mm (Table D.6) for 230 V r.m.s. phase to ground/earth (300 V basic insulation).

⁴⁾ Supplementary or basic insulation (Tables D.3 to D.6) shall be used if one of the circuits is an independent circuit i.e. where a withstand of 2 kV r.m.s. 1 min is required, by specification, between the two circuits.

⁵⁾ SELV: Safety extra low voltage is also known as separated extra low voltage.

Figure D.1 – Guidance for determination of clearances, creepage distances and withstand voltages

D.2.2 Détermination des distances dans l'air, des lignes de fuite et des tensions de tenue

Lorsque l'équipement est prévu pour un environnement avec une pollution de degré 3 ou 4, on doit utiliser la CEI 60664-1 pour déterminer les exigences de distance dans l'air et de ligne de fuite. Une enveloppe appropriée autour de l'équipement peut être nécessaire pour assurer la conformité avec les exigences pour une pollution de degré 3 ou 4.

D.2.2.1 Réduction du degré de pollution de l'environnement interne

Pour la réduction du degré de pollution de l'environnement interne de l'équipement, pour des environnements externes de l'équipement avec un degré 2 et un degré 3 de pollution, voir le Tableau D.12.

D.2.2.2 Revêtements des cartes de circuits imprimés

Les valeurs de ligne de fuite des Tableaux D.2 à D.10 pour les cartes de circuits imprimés enduites (résistantes à la soudure) doivent être utilisées uniquement lorsque le revêtement entre les conducteurs couvre un conducteur ou les deux et au moins 80 % de la distance de la surface qui se trouve entre eux. Le revêtement doit être conforme aux exigences pour les revêtements de type A indiqués dans la CEI 60664-3.

Tableau D.1 – Isolation fonctionnelle, degré de pollution 1, catégorie de surtension I

Tension nominale assignée d'isolation ou tension de travail (r.m.s. ou c.c.) jusqu'à V	Degré de pollution 1 – Catégorie de surtension I					
	Distance dans l'air mm	Ligne de fuite mm		Tension de tenue ²⁾ V		
		Dans l'équipement IRC ≥ 100	Sur carte de circuit imprimé ¹⁾ IRC ≥ 100	Impulsion crête 1,2/50 µs	r.m.s. 50/60 Hz 1 min	c.c. 1 min
50	0,05	0,18	0,05	330	230	330
100	0,10	0,25	0,10	500	350	500
150	0,15	0,30	0,25	800	490	700
300	0,50	0,70	0,70	1 500	820	1 150
600	1,50	1,70	1,70	2 500	1 350	1 900
1 000	3,00	3,20	3,20	4 000	2 200	3 100

¹⁾ S'applique aussi aux composants montés sur carte de circuit imprimé avec des distances mécaniquement stables entre les fils.

²⁾ Pour prouver la distance dans l'air, voir 10.5.2.2 et le Tableau D.11.

D.2.2 Determination of clearances, creepage distances and withstand voltages

Where the equipment is intended for a pollution degree 3 or pollution degree 4 environment, IEC 60664-1 shall be used to determine clearance and creepage distance requirements. A suitable enclosure in which to house the equipment may be required to ensure compliance with pollution degree 3 or pollution degree 4 requirements.

D.2.2.1 Reduction of the pollution degree of the internal environment

For reduction of the pollution degree of the internal equipment environment, for external equipment environments of pollution degree 2 and pollution degree 3, see Table D.12.

D.2.2.2 Printed circuit board (PCB) coatings

The creepage distance values in Tables D.2 to D.10 for coated (solder resist) PCBs shall only be used where the coating between the conductors covers one or both conductors and at least 80 % of the distance over the surface between them. The coating shall meet the requirements for type A coatings given in IEC 60664-3.

Table D.1 – Functional insulation, pollution degree 1, overvoltage category I

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 1 – Overvoltage category I					
	Clearance mm	Creepage distance mm		Withstand voltage ²⁾ V		
		In equipment CTI ≥ 100	On printed wiring board ¹⁾ CTI ≥ 100	Peak impulse 1,2/50 µs	r.m.s. 50/60 Hz 1 min	d.c. 1 min
50	0,05	0,18	0,05	330	230	330
100	0,10	0,25	0,10	500	350	500
150	0,15	0,30	0,25	800	490	700
300	0,50	0,70	0,70	1 500	820	1 150
600	1,50	1,70	1,70	2 500	1 350	1 900
1 000	3,00	3,20	3,20	4 000	2 200	3 100

¹⁾ Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

²⁾ For proving the clearance in air, see 10.5.2.2 and Table D.11.

Tableau D.2 – Isolation fonctionnelle, degré de pollution 2, catégorie de surtension I

Tension nominale assignée d'isolation ou tension de travail (r.m.s. ou c.c.) jusqu'à V	Degré de pollution 2 – Catégorie de surtension I								
	Distance dans l'air mm	Ligne de fuite mm					Tension de tenue ³⁾ V		
		Dans l'équipement			Sur carte de circuit imprimé		Impul-sion crête	r.m.s. 50/60 Hz	c.c.
		Groupe de matériaux			Non enduit	Enduit ^{1), 2)}			
		I	II	III					
IRC ≥ 600	IRC ≥ 400	IRC ≥ 100	IRC ≥ 175	IRC ≥ 100	1,2/50 μs	1 min	1 min		
50	0,05	0,60	0,85	1,20	0,10	0,05	330	230	330
100	0,10	0,70	1,00	1,40	0,16	0,10	500	350	500
150	0,15	0,75	1,05	1,50	0,40	0,25	800	490	700
300	0,50	1,50	2,10	3,00	1,50	0,70	1 500	820	1 150
600	1,50	3,00	4,30	6,00	3,00	1,70	2 500	1 350	1 900
1 000	3,00	5,00	7,00	10,00	5,00	3,20	4 000	2 200	3 100

¹⁾ S'applique aussi aux composants montés sur carte de circuit imprimé avec des distances mécaniquement stables entre les fils.

²⁾ Voir D.2.2 pour les exigences de revêtement minimum.

³⁾ Pour prouver la distance dans l'air, voir 10.5.2.2 et le Tableau D.11.

Tableau D.3 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 1, catégorie de surtension II

Tension nominale assignée d'isolation ou tension de travail (r.m.s. ou c.c.) jusqu'à V	Degré de pollution 1 – Catégorie de surtension II					
	Distance dans l'air mm	Ligne de fuite mm		Tension de tenue ²⁾ V		
		Dans l'équipement	Sur carte de circuit imprimé ¹⁾	Impulsion crête	r.m.s. 50/60 Hz	c.c.
V	mm	IRC ≥ 100	IRC ≥ 100	1,2/50 µs	1 min	1 min
50	0,10	0,18	0,10	500	350	500
100	0,15	0,25	0,15	800	490	700
150	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
300	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
600	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
1 000	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600

¹⁾ S'applique aussi aux composants montés sur carte de circuit imprimé avec des distances mécaniquement stables entre les fils.

²⁾ Pour prouver la distance dans l'air, voir 10.5.2.2 et le Tableau D.11.

Table D.2 – Functional insulation, pollution degree 2, overvoltage category I

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 2 – Overvoltage category I								
	Clearance mm	Creepage distance mm					Withstand voltage ³⁾ V		
		In equipment			On printed wiring board		Peak impulse 1,2/50 μ s	r.m.s. 50/60 Hz 1 min	d.c. 1 min
		Material group			Not coated	Coated ^{1), 2)}			
		I CTI $\geq$ 600	II CTI $\geq$ 400	III CTI $\geq$ 100	CTI $\geq$ 175	CTI $\geq$ 100			
50	0,05	0,60	0,85	1,20	0,10	0,05	330	230	330
100	0,10	0,70	1,00	1,40	0,16	0,10	500	350	500
150	0,15	0,75	1,05	1,50	0,40	0,25	800	490	700
300	0,50	1,50	2,10	3,00	1,50	0,70	1 500	820	1 150
600	1,50	3,00	4,30	6,00	3,00	1,70	2 500	1 350	1 900
1 000	3,00	5,00	7,00	10,00	5,00	3,20	4 000	2 200	3 100

¹⁾ Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.
²⁾ See D.2.2 for minimum coating requirements.
³⁾ For proving the clearance in air, see 10.5.2.2 and Table D.11.

Table D.3 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 1, overvoltage category II

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 1 – Overvoltage category II					
	Clearance mm	Creepage distance mm		Withstand voltage ²⁾ V		
		In equipment	On printed ¹⁾ wiring board	Peak impulse	r.m.s. 50/60 Hz	d.c.
		CTI $\geq$ 100	CTI $\geq$ 100	1,2/50 μ s	1 min	1 min
50	0,10	0,18	0,10	500	350	500
100	0,15	0,25	0,15	800	490	700
150	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
300	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
600	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
1 000	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600

¹⁾ Also applies to PCB mounted components with mechanically stable distances between leads.
²⁾ For proving the clearance in air, see 10.5.2.2 and Table D.11.

Tableau D.4 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 2, catégorie de surtension II

Tension nominale assignée d'isolation ou tension de travail (r.m.s. ou c.c.) jusqu'à V	Degré de pollution 2 – Catégorie de surtension II								
	Distance dans l'air mm	Ligne de fuite mm					Tension de tenue ³⁾ V		
		Dans l'équipement			Sur carte de circuit imprimé		Impulsion crête	r.m.s. 50/60 Hz	c.c.
		Groupe de matériaux			Non enduit	Enduit ^{1), 2)}			
		I	II	III					
	mm	IRC ≥ 600	IRC ≥ 400	IRC ≥ 100	IRC ≥ 175	IRC ≥ 100	1,2/50 μs	1 min	1 min
50	0,10	0,60	0,85	1,20	0,10	0,10	500	350	500
100	0,15	0,70	1,00	1,40	0,16	0,15	800	490	700
150	0,50	0,75	1,05	1,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
300	1,50	1,50	2,10	3,00	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
600	3,00	3,00	4,30	6,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
1 000	5,50	5,50	7,00	10,00	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600

¹⁾ S'applique aussi aux composants montés sur carte de circuit imprimé avec des distances mécaniquement stables entre les fils.

²⁾ Voir D.2.2 pour les exigences de revêtement minimum.

³⁾ Pour prouver la distance dans l'air, voir 10.5.2.2 et le Tableau D.11.

Tableau D.5 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 1, catégorie de surtension III

Tension nominale assignée d'isolation ou tension de travail (r.m.s. ou c.c.) jusqu'à V	Degré de pollution 1 – Catégorie de surtension III					
	Distance dans l'air mm	Ligne de fuite mm		Tension de tenue ²⁾ V		
		Dans l'équipement IRC ≥ 100	Sur carte de circuit imprimé ¹⁾ IRC ≥ 100	Impulsion crête 1,2/50 µs	r.m.s. 50/60 Hz 1 min	c.c. 1 min
50	0,15	0,18	0,15	800	490	700
100	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
1 000	8,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150

¹⁾ S'applique aussi aux composants montés sur carte de circuit imprimé avec des distances mécaniquement stables entre les fils.

²⁾ Pour prouver la distance dans l'air, voir 10.5.2.2 et le Tableau D.11.

Table D.4 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 2, overvoltage category II

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 2 – Overvoltage category II								
	Clear- ance mm	Creepage distance mm					Withstand voltage ³⁾ V		
		In equipment			On printed wiring board		Peak impulse 1 2/50 µs	r.m.s. 50/60 Hz 1 min	d.c. 1 min
		Material group			Not coated	Coated ^{1), 2)}			
		I CTI ≥ 600	II CTI ≥ 400	III CTI ≥ 100					
50	0,10	0,60	0,85	1,20	0,10	0,10	500	350	500
100	0,15	0,70	1,00	1,40	0,16	0,15	800	490	700
150	0,50	0,75	1,05	1,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
300	1,50	1,50	2,10	3,00	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
600	3,00	3,00	4,30	6,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
1000	5,50	5,50	7,00	10,00	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600

1) Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

2) See D.2.2 for minimum coating requirements.

3) For proving the clearance in air, see 10.5.2.2 and Table D.11.

Table D.5 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 1, overvoltage category III

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to V	Pollution degree 1 – Overvoltage category III					
	Clearance mm	Creepage distance mm		Withstand voltage ²⁾ V		
		In equipment	On printed ¹⁾ wiring board	Peak impulse 1,2/50 µs	r.m.s. 50/60 Hz 1 min	d.c. 1 min
		CTI ≥ 100	CTI ≥ 100			
50	0,15	0,18	0,15	800	490	700
100	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
1000	8,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150

¹⁾ Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.
²⁾ For proving the clearance in air, see 10.5.2.2 and Table D.11.

Tableau D.6 – Isolation fonctionnelle, principale ou supplémentaire, degré de pollution 2, catégorie de surtension III

Tension nominale assignée d'isolation ou tension de travail (r.m.s. ou c.c.) jusqu'à V	Degré de pollution 2 – Catégorie de surtension III								
	Distance dans l'air mm	Ligne de fuite mm					Tension de tenue ³⁾ V		
		Dans l'équipement			Sur carte de circuit imprimé		Impul-sion crête 1,2/50 µs	r.m.s. 50/60 Hz 1 min	c.c. 1 min
		Groupe de matériaux			Non enduit	Enduit ^{1, 2)}			
		I IRC ≥ 600	II IRC ≥ 400	III IRC ≥ 100	Non enduit IRC ≥ 175	Enduit IRC ≥ 100			
50	0,15	0,60	0,85	1,20	0,15	0,10	800	490	700
100	0,50	0,70	1,00	1,40	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	5,50	5,50	6,00	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
1 000	8,00	8,00	8,00	10,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150

¹⁾ S'applique aussi aux composants montés sur carte de circuit imprimé avec des distances mécaniquement stables entre les fils.

²⁾ Voir D.2.2 pour les exigences de revêtement minimum.

³⁾ Pour prouver la distance dans l'air, voir 10.5.2.2 et le Tableau D.11.

Tableau D.7 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 1, catégorie de surtension II

Tension nominale assignée d'isolation ou tension de travail (r.m.s. ou c.c.) jusqu'à V	Degré de pollution 1 – Catégorie de surtension II					
	Distance dans l'air mm	Ligne de fuite mm		Tension de tenue ²⁾ V		
		Dans l'équipement	Sur carte de circuit imprimé ¹⁾	Impulsion crête 1,2/50 µs	r.m.s. 50/60 Hz 1 min	c.c. 1 min
50	0,15	0,36	0,15	800	490	700
100	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
1 000	8,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150

¹⁾ S'applique aussi aux composants montés sur carte de circuit imprimé avec des distances mécaniquement stables entre les fils.

²⁾ Pour prouver la distance dans l'air, voir 10.5.2.2 et le Tableau D.11.

Table D.6 – Functional, basic or supplementary insulation, pollution degree 2, overvoltage category III

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to	Pollution degree 2 – Overvoltage category III								
	Clearance	Creepage distance mm					Withstand voltage ³⁾ V		
		In equipment			On printed wiring board		Peak impulse	r.m.s. 50/60 Hz	d.c.
		Material group			Not coated	Coated ^{1, 2)}			
		I	II	III				1 2/50 μs	1 min
V	mm	CTI ≥ 600	CTI ≥ 400	CTI ≥ 100	CTI ≥ 175	CTI ≥ 100			
50	0,15	0,60	0,85	1,20	0,15	0,10	800	490	700
100	0,50	0,70	1,00	1,40	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	5,50	5,50	6,00	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
1000	8,00	8,00	8,00	10,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150

1) Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

2) See D.2.2 for minimum coating requirements.

3) For proving the clearance in air, see 10.5.2.2 and Table D.11.

Table D.7 – Double or reinforced insulation, pollution degree 1, overvoltage category II

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to	Pollution degree 1 – Overvoltage category II					
	Clearance mm	Creepage distance mm		Withstand voltage ²⁾ V		
		In equipment	On printed ¹⁾ wiring board	Peak impulse	r.m.s. 50/60 Hz	d.c.
		CTI ≥ 100	CTI ≥ 100	1,2/50 µs	1 min	1 min
V	mm					
50	0,15	0,36	0,15	800	490	700
100	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
1000	8,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150

1) Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.
2) For proving the clearance in air, see 10.5.2.2 and Table D.11.

Tableau D.8 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 2, catégorie de surtension II

Tension nominale assignée d'isolation ou tension de travail (r.m.s. ou c.c.) jusqu'à V	Degré de pollution 2 – Catégorie de surtension II								
	Dis- tance dans l'air mm	Ligne de fuite mm					Tension de tenue ³⁾ V		
		Dans l'équipement			Sur carte de circuit imprimé		Impul- sion crête	r.m.s. 50/60 Hz	c.c.
		Groupe de matériaux			Non enduit	Enduit ^{1), 2)}			
		I	II	III					
V	mm	IRC ≥ 600	IRC ≥ 400	IRC ≥ 100	IRC ≥ 175	IRC ≥ 100	1,2/50 µs	1 min	1 min
50	0,15	1,20	1,70	2,40	0,15	0,15	800	490	700
100	0,50	1,40	2,00	2,80	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	2,10	3,00	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	4,20	6,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	6,00	8,60	12,00	6,00	5,50	6 000	3 250	4 600
1 000	8,00	10,00	14,00	20,00	10,00	8,00	8 000	4 350	6 150

¹⁾ S'applique aussi aux composants montés sur carte de circuit imprimé avec des distances mécaniquement stables entre les fils.

²⁾ Voir D.2.2 pour les exigences de revêtement minimum.

³⁾ Pour prouver la distance dans l'air, voir 10.5.2.2 et le Tableau D.11.

Tableau D.9 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 1, catégorie de surtension III

Tension nominale assignée d'isolation ou tension de travail (r.m.s. ou c.c.) jusqu'à V	Degré de pollution 1 – Catégorie de surtension III					
	Distance dans l'air mm	Ligne de fuite mm		Tension de tenue ²⁾ V		
		Dans l'équipement	Sur carte de circuit imprimé ¹⁾	Impulsion crête	r.m.s. 50/60 Hz	c.c.
		IRC ≥ 100	IRC ≥ 100	1,2/50 µs	1 min	1 min
50	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
100	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
150	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
300	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
600	8,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150
1 000	14,00	14,00	14,00	12 000	6 500	9 200

¹⁾ S'applique aussi aux composants montés sur carte de circuit imprimé avec des distances mécaniquement stables entre les fils.

²⁾ Pour prouver la distance dans l'air, voir 10.5.2.2 et le Tableau D.11.

Table D.8 – Double or reinforced insulation, pollution degree 2, overvoltage category II

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to	Pollution degree 2 – Overvoltage category II								
	Clear- ance	Creepage distance mm					Withstand voltage ³⁾ V		
		In equipment			On printed wiring board		Peak impulse	r.m.s. 50/60 Hz	d.c.
		Material group			Not coated	Coated ^{1), 2)}			
		I	II	III					
V	mm	CTI ≥ 600	CTI ≥ 400	CTI ≥ 100	CTI ≥ 175	CTI ≥ 100	1 2/50 μs	1 min	1 min
50	0,15	1,20	1,70	2,40	0,15	0,15	800	490	700
100	0,50	1,40	2,00	2,80	0,50	0,50	1 500	820	1 150
150	1,50	1,50	2,10	3,00	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
300	3,00	3,00	4,20	6,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
600	5,50	6,00	8,60	12,00	6,00	5,50	6 000	3 250	4 600
1000	8,00	10,00	14,00	20,00	10,00	8,00	8 000	4 350	6 150

1) Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

2) See D.2.2 for minimum coating requirements.

3) For proving the clearance in air, see 10.5.2.2 and Table D.11.

Table D.9 – Double or reinforced insulation, pollution degree 1, overvoltage category III

Nominal rated insulation voltage or working voltage (r.m.s. or d.c.) up to	Pollution degree 1 – Overvoltage category III					
	Clearance	Creepage distance mm		Withstand voltage ²⁾ V		
		In equipment	On printed ¹⁾ wiring board	Peak impulse	r.m.s. 50/60 Hz	d.c.
		CTI ≥ 100	CTI ≥ 100			
V	mm	CTI ≥ 100	CTI ≥ 100	1,2/50 µs	1 min	1 min
50	0,50	0,50	0,50	1 500	820	1 150
100	1,50	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
150	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
300	5,50	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
600	8,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150
1000	14,00	14,00	14,00	12 000	6 500	9 200

¹⁾ Also applies to PCB-mounted components with mechanically stable distances between leads.

²⁾ For proving the clearance in air, see 10.5.2.2 and Table D.11.

Tableau D.10 – Isolation double ou renforcée, degré de pollution 2, catégorie de surtension III

Tension nominale assignée d'isolation ou tension de travail (r.m.s. ou c.c.) jusqu'à V	Degré de pollution 2 – Catégorie de surtension III								
	Dis- tance dans l'air mm	Ligne de fuite mm					Tension de tenue ³⁾ V		
		Dans l'équipement			Sur carte de circuit imprimé		Impul- sion crête	r.m.s. 50/60 Hz	c.c.
		Groupe de matériaux			Non enduit	Enduit ^{1), 2)}			
		I IRC ≥ 600	II IRC ≥ 400	III IRC ≥ 100	IRC ≥ 175	IRC ≥ 100			
							1,2/50 µs	1 min	1 min
50	0,50	1,20	1,70	2,40	0,50	0,50	1 500	820	1 150
100	1,50	1,50	2,00	2,80	1,50	1,50	2 500	1 350	1 900
150	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4 000	2 200	3 100
300	5,50	5,50	5,50	6,00	5,50	5,50	6 000	3 250	4 600
600	8,00	8,00	11,00	12,00	8,00	8,00	8 000	4 350	6 150
1 000	14,00	14,00	14,00	20,00	14,00	14,00	12 000	6 500	9 200

¹⁾ S'applique aussi aux composants montés sur carte de circuit imprimé avec des distances mécaniquement stables entre les fils.

²⁾ Voir D.2.2 pour les exigences de revêtement minimum.

³⁾ Pour prouver la distance dans l'air, voir 10.5.2.2 et le Tableau D.11.

Tableau D.11 – Facteur de multiplication de la tension d'essai pour prouver la distance dans l'air

Altitude d'essai en mètres	0 à 200	500	1000	1500	2000	3000	4000	5000
Facteur de multiplication de la tension d'essai	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,87	0,77	0,67

Tableau D.12 – Réduction du degré de pollution de l'environnement interne par l'utilisation d'une protection additionnelle à l'intérieur de l'équipement

Protection additionnelle à l'intérieur de l'équipement	D'un degré de pollution 2 de l'environnement externe à	D'un degré de pollution 3 de l'environnement externe à
Constamment chauffé – voir Note 1	1	1
Encapsulé – voir Note 2	1	1
Enduit – voir Note 3	1	2
Enveloppe hermétiquement scellée	1	1
Protection de l'enveloppe conforme à IPx4 de la CEI 60529	2	2

NOTE 1 Cela peut s'appliquer si l'augmentation de la température ambiante à l'intérieur de l'équipement est d'au moins 5 °C.

NOTE 2 Encapsulé – il s'agit ici de parties, y compris les pistes et plaquettes sur les couches internes de cartes de circuits imprimés qui ont été totalement recouvertes par un matériau d'encapsulation tel que la résine époxyde, qui est considérée comme une isolation solide. Cette encapsulation constitue une barrière entre la condensation sur la surface du matériau d'encapsulation et les surfaces des composants et conducteurs qui sont encapsulés.

NOTE 3 Enduit – s'applique aux conducteurs des cartes de circuits imprimés couverts par une épargne de soudure ou à des conducteurs ou composants qui ont été recouverts d'un revêtement conforme.

NOTE 4 Si le Tableau D.12 est utilisée pour déterminer une ligne de fuite réduite, il convient de s'assurer que celle-ci n'est pas inférieure à la distance d'isolation minimale permise.