

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60947-1

1996

AMENDEMENT 2
AMENDMENT 2

1998-06

Amendement 2

Appareillage à basse tension –

**Partie 1:
Règles générales**

Amendment 2

Low-voltage switchgear and controlgear –

**Part 1:
General rules**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17B/898/FDIS	17B/931/RVD

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

Page 76

4.9 Surtensions de manoeuvres

Premier alinéa, deuxième ligne, remplacer les mots: «lorsque celui-ci est essayé conformément à 8.3.3.5.4.» par «si spécifié par la norme de produit.».

Page 94

7.1.10.1 Conception

Remplacer, à la page 96, le texte du dernier alinéa par le texte suivant:

Lorsque l'enveloppe est utilisée pour le montage de boutons poussoirs, il convient que le démontage de ces boutons se fasse depuis l'intérieur de l'enveloppe. Le démontage depuis l'extérieur de l'enveloppe doit uniquement être réalisé à l'aide d'un outil prévu à cet effet.

Page 102

7.2.3 Propriétés diélectriques

Remplacer le texte de ce paragraphe par le texte suivant:

a) Les dispositions ci-après reposent sur les principes exposés dans la série CEI 60664 et donnent les moyens de réaliser la coordination de l'isolement d'un matériel avec les conditions rencontrées dans l'installation.

b) Le matériel doit pouvoir supporter:

- la tension assignée de tenue aux chocs (voir 4.3.1.3) correspondant à la catégorie de surtension figurant en annexe H;
- la tension de tenue aux chocs entre les contacts ouverts des matériels aptes au sectionnement comme indiqué au tableau 14;
- la tension de tenue à fréquence industrielle.

NOTE – La corrélation entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel est donnée en annexe H.

FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

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

FDIS	Report on voting
17B/898/FDIS	17B/931/RVD

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

Page 77

4.9 Switching overvoltages

First paragraph, second line, replace words: "when tested according to 8.3.3.5.4." by "when required by the product standard."

Page 95

7.1.10.1 Design

Replace, on page 97, the text of the last paragraph by the following text:

If the enclosure is used for mounting push-buttons, removal of buttons should be from the inside of the enclosure. Removal from the outside shall only be by use of a tool intended for this purpose.

Page 103

7.2.3 Dielectric properties

Replace the text of this subclause by the following text:

- a) The following requirements are based on the principles of the IEC 60664 series and provide the means of achieving co-ordination of insulation of equipment with the conditions within the installation.
- b) The equipment shall be capable of withstanding:
 - the rated impulse withstand voltage (see 4.3.1.3) in accordance with the overvoltage category given in annex H;
 - the impulse withstand voltage across the contact gaps of devices suitable for isolation as given in table 14;
 - the power-frequency withstand voltage.

NOTE – The correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of the equipment is given in annex H.

La tension assignée de tenue aux chocs pour une valeur donnée de la tension assignée d'emploi (voir notes 1 et 2 de 4.3.1.1) doit ne pas être inférieure à celle qui correspond en annexe H à la tension nominale et à la catégorie de surtension appropriée du réseau d'alimentation du circuit à l'endroit où le matériel est destiné à être utilisé.

c) Les prescriptions du présent paragraphe doivent être vérifiées par les essais décrits en 8.3.3.4.

7.2.3.1 Tension de tenue aux chocs

1) Circuit principal

- a) Les distances d'isolement entre les parties actives et les parties destinées à être reliées à la terre, ainsi que les distances entre les pôles doivent supporter la tension d'essai donnée au tableau 12 en fonction de la tension assignée de tenue aux chocs.
- b) Les distances d'isolement entre les contacts ouverts doivent supporter:
 - la tension de tenue aux chocs spécifiée, le cas échéant, dans la norme de produit correspondante;
 - dans le cas du matériel désigné comme étant apte au sectionnement, la tension d'essai donnée au tableau 14 en fonction de la tension assignée de tenue aux chocs.

NOTE – Il convient que l'isolation solide du matériel associée aux distances d'isolement a) et/ou b) soit soumise à la tension de tenue aux chocs spécifiée en a) et/ou b), suivant les cas.

2) Circuits auxiliaires et circuits de commande

- a) Les circuits auxiliaires et les circuits de commande qui sont directement alimentés à partir du circuit principal à la tension assignée d'emploi doivent répondre aux dispositions énoncées en 7.2.3.1, points 1) a) (voir aussi la note de 7.2.3.1 1)).
- b) Les circuits auxiliaires et les circuits de commande qui ne sont pas alimentés directement à partir du circuit principal peuvent avoir une tenue aux surtensions différente de celle du circuit principal. Les distances d'isolement et l'isolation solide associée de ces circuits, alternatifs ou continus, doivent supporter la tension appropriée, conformément à l'annexe H.

7.2.3.2 Tension de tenue à fréquence industrielle des circuits principaux, auxiliaires et de commande

- a) Les essais diélectriques à fréquence industrielle sont utilisés dans les cas suivants:
 - essais diélectriques considérés comme essais de type pour la vérification de l'isolation solide;
 - vérification de la tenue diélectrique comme critère de défaut après les essais de type de manoeuvre ou de court-circuit;
 - tenue diélectrique après traitement à l'humidité (à l'étude);
 - essais individuels.

b) Essais de type des propriétés diélectriques

Les essais des propriétés diélectriques en tant qu'essais de type doivent être effectués selon 8.3.3.4.

Pour le matériel apte au sectionnement, le courant de fuite maximal doit être conforme à 7.2.7 et doit être vérifié selon 8.3.3.4.

c) Vérification de la tenue diélectrique après essais de manoeuvre ou de court-circuit

La vérification de la tenue diélectrique après des essais de manoeuvre et de court-circuit, comme critère de défaillance, est toujours effectuée sous tension à fréquence industrielle selon les prescriptions du point 4) de 8.3.3.4.1.

Pour le matériel apte au sectionnement, le courant de fuite maximal doit être conforme à 7.2.7, doit être vérifié selon 8.3.3.4 et sa valeur ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées dans la norme de produit correspondante.

The rated impulse withstand voltage for a given rated operational voltage (see notes 1 and 2 to 4.3.1.1.) shall be not less than that corresponding in annex H to the nominal voltage of the supply system of the circuit at the point where the equipment is to be used, and the appropriate overvoltage category.

c) The requirements of this subclause shall be verified by the tests of 8.3.3.4.

7.2.3.1 Impulse withstand voltage

1) Main circuit

- a) Clearances from live parts to parts intended to be earthed and between poles shall withstand the test voltage given in table 12 appropriate to the rated impulse withstand voltage.
- b) Clearances across the open contacts shall withstand:
 - the impulse withstand voltage specified, where applicable, in the relevant product standard;
 - for equipment designated as suitable for isolation, the test voltage given in table 14 appropriate to the rated impulse withstand voltage.

NOTE – Solid insulation of equipment associated with clearances a) and/or b) above should be subjected to the impulse voltage specified in a) and/or b), as applicable.

2) Auxiliary and control circuits

- a) Auxiliary and control circuits which operate directly from the main circuit at the rated operational voltage shall comply with the requirements of item 1) a) of 7.2.3.1 (see also the note of 7.2.3.1 1)).
- b) Auxiliary and control circuits which do not operate directly from the main circuit may have an overvoltage withstand capacity different from that of the main circuit. Clearances and associated solid insulation of such circuits, whether a.c. or d.c., shall withstand the appropriate voltage in accordance with annex H.

7.2.3.2 Power-frequency withstand voltage of the main, auxiliary and control circuits

a) Power-frequency tests are used in the following cases:

- dielectric tests as type tests for the verification of solid insulation;
- dielectric withstand verification, as a criterion of failure, after switching or short-circuit type tests;
- dielectric withstand after humidity treatment (under consideration);
- routine tests.

b) Type tests of dielectric properties

The tests of dielectric properties, as type tests, shall be made in accordance with 8.3.3.4.

For equipment suitable for isolation, the maximum leakage current shall be in accordance with 7.2.7 and shall be tested according to 8.3.3.4.

c) Verification of dielectric withstand after switching or short-circuit tests

The verification of dielectric withstand after switching and short-circuit tests as a criterion of failure, is always made at power-frequency voltage in accordance with item 4) of 8.3.3.4.1.

For equipment suitable for isolation, the maximum leakage current shall be in accordance with 7.2.7, shall be tested according to 8.3.3.4 and shall not exceed the values specified in the relevant product standard.

d) Vérification de la tenue diélectrique après traitement à l'humidité

A l'étude.

e) Vérification de la tenue diélectrique au cours des essais individuels

Les essais destinés à déceler les défaillances de construction et celles des matériaux sont effectués en tension à fréquence industrielle conformément au point 2) de 8.3.3.4.2.

7.2.3.3 Distance d'isolement

Les distances d'isolement doivent avoir une valeur suffisante pour permettre au matériel de supporter la tension assignée de tenue aux chocs, conformément à 7.2.3.1.

Les distances d'isolement doivent avoir une valeur supérieure à celles du tableau 13 pour le cas B (champ homogène) (voir 2.5.62), et être vérifiées par un essai sur prélèvement conforme à 8.3.3.4.3. Cet essai n'est pas exigé si les distances d'isolement correspondant à la tension assignée de tenue aux chocs et au degré de pollution sont supérieures aux valeurs figurant au tableau 13 pour le cas A (champ non homogène).

La méthode de mesure des distances d'isolement est donnée en annexe G.

7.2.3.4 Lignes de fuite

a) Dimensions

Pour les degrés de pollution 1 et 2, les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux distances d'isolement associées, déterminées conformément à 7.2.3.3. Pour les degrés de pollution 3 et 4, les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux distances d'isolement du cas A (tableau 13) pour réduire les risques de décharge disruptive occasionnée par des surtensions, même si ces distances d'isolement sont inférieures aux valeurs du cas A, comme le permet 7.2.3.3.

La méthode de mesure des lignes de fuite est donnée en annexe G.

Les lignes de fuite doivent correspondre au degré de pollution tel qu'il est spécifié en 6.1.3.2 ou à celui qui est défini dans la norme de produit correspondante, et au groupe de matériau correspondant à la tension assignée d'isolement ou à la tension locale figurant au tableau 15.

Les groupes de matériau sont classés comme suit, suivant le domaine de valeurs de l'indice de résistance au cheminement (IRC) (voir 2.5.65):

- Groupe de matériau I $600 \leq \text{IRC}$
- Groupe de matériau II $400 \leq \text{IRC} < 600$
- Groupe de matériau IIIa $175 \leq \text{IRC} < 400$
- Groupe de matériau IIIb $100 \leq \text{IRC} < 175$

NOTE 1 – Les valeurs de l'IRC se réfèrent aux valeurs obtenues suivant la méthode A de la CEI 60112, pour le matériau isolant utilisé.

NOTE 2 – Pour les matériaux isolants en matière non organique, par exemple le verre ou la céramique, qui ne cheminent pas, il n'est pas nécessaire que les lignes de fuite soient plus grandes que leur distance d'isolement associée; il convient toutefois de tenir compte du risque d'amorçage.

b) Emploi de nervures

Une ligne de fuite peut être réduite à 0,8 fois la valeur appropriée du tableau 15 en utilisant des nervures de 2 mm de hauteur minimale, quel que soit le nombre de nervures. La largeur minimale de la base de la nervure est déterminée par des conditions mécaniques (voir G.2).

d) Dielectric withstand verification after humidity treatment

Under consideration.

e) Verification of dielectric withstand during routine tests

Tests to detect faults in materials and workmanship are made at power-frequency voltage, in accordance with item 2) of 8.3.3.4.2.

7.2.3.3 Clearances

Clearances shall be sufficient to enable the equipment to withstand the rated impulse withstand voltage, according to 7.2.3.1.

Clearances shall be higher than the values given in table 13, for case B (homogeneous field) (see 2.5.62) and verified by a sampling test according to 8.3.3.4.3. This test is not required if the clearances, related to the rated impulse withstand voltage and pollution degree, are higher than the values given in table 13 for case A (inhomogeneous field).

The method of measuring clearances is given in annex G.

7.2.3.4 Creepage distances

a) Dimensioning

For pollution degrees 1 and 2, creepage distances shall be not less than the associated clearances selected according to 7.2.3.3. For pollution degrees 3 and 4, the creepage distances shall be not less than the case A clearances (table 13) to reduce the risk of disruptive discharge due to overvoltages, even if the clearances are smaller than the values of case A as permitted in 7.2.3.3.

The method of measuring creepage distances is given in annex G.

Creepage distances shall correspond to a pollution degree as specified in 6.1.3.2 or to that defined in the relevant product standard and to the corresponding material group at the rated insulation or working voltage given in table 15.

Material groups are classified as follows, according to the range of values of the comparative tracking index (CTI) (see 2.5.65):

- 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 refer to the values obtained in accordance with IEC 60112, method A, for the insulating 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.

b) Use of ribs

A creepage distance can be reduced to 0,8 of the relevant value of table 15 by using ribs of 2 mm minimum height, irrespective of the number of ribs. The minimum base of the rib is determined by mechanical requirements (see G.2).

c) Applications spéciales

Les matériels prévus pour certaines applications où les graves conséquences d'un défaut d'isolement sont à considérer doivent avoir un ou plusieurs des facteurs d'influence du tableau 15 (distances, matériaux isolants, pollution au micro-environnement) déterminés de manière à obtenir une tension d'isolement plus élevée que la tension assignée d'isolement indiquée conformément au tableau 15.

7.2.3.5 Isolation solide

L'isolation solide doit être vérifiée soit par des essais à fréquence industrielle, selon les prescriptions du point 3) de 8.3.3.4.1 ou par des essais en courant continu dans le cas de matériel pour courant continu.

Les règles de dimensionnement pour l'isolation solide et les tensions d'essai en courant continu sont à l'étude.

7.2.3.6 Espacements entre circuits distincts

Pour fixer les dimensions des distances d'isolement, des lignes de fuite et de l'isolation solide entre des circuits distincts, il faut utiliser les tensions les plus élevées (tension assignée de tenue aux chocs pour les distances d'isolement et l'isolation solide associée et tension assignée d'isolement ou tension locale pour les lignes de fuite).

Page 110

7.2.6 Surtensions de manoeuvre

Remplacer le texte de ce paragraphe par le texte suivant:

Les normes de produit peuvent spécifier des essais de surtension de manoeuvre si cela est applicable.

Dans ce cas la procédure d'essai et les prescriptions doivent être définies dans la norme de produit.

Page 144

8.3.3.4 Propriétés diélectriques

Remplacer le texte de ce paragraphe par le texte suivant:

8.3.3.4.1 Essais de type

1) Conditions générales pour les essais de tension de tenue

Le matériel à essayer doit satisfaire aux prescriptions générales indiquées en 8.3.2.1.

Si le matériel est prévu pour être utilisé sans enveloppe, il doit être monté sur une embase métallique et toutes les masses (bâti, etc.) prévues pour être mises à la terre en service normal, doivent être reliées à cette embase.

Lorsque la base du matériel est en matériau isolant, des parties métalliques doivent être placées sur tous les points de fixation en accord avec les conditions d'installation normale du matériel et ces parties doivent être considérées comme faisant partie du bâti du matériel.

c) Special applications

Equipment intended for certain applications where severe consequences of an insulation fault have to be taken into account shall have one or more of the influencing factors of table 15 (distances, insulating materials, pollution in the micro-environment) utilized in such a way as to achieve a higher insulation voltage than the rated insulation voltage given to the equipment according to table 15.

7.2.3.5 Solid insulation

Solid insulation shall be verified by either power-frequency tests, in accordance with item 3) of 8.3.3.4.1, or d.c. tests in the case of d.c. equipment.

Dimensioning rules for solid insulation and d.c. test voltages are under consideration.

7.2.3.6 Spacing between separate circuits

For dimensioning clearances, creepage distances and solid insulation between separate circuits, the highest voltage ratings shall be used (rated impulse withstand voltage for clearances and associated solid insulation and rated insulation voltage or working voltage for creepage distances).

Page 111

7.2.6 Switching overvoltages

Replace the text of this subclause by the following text:

Product standards may specify switching overvoltage tests if applicable.

In this case the test procedure and the requirements shall be defined in the product standard.

Page 145

8.3.3.4 Dielectric properties

Replace the text of this subclause by the following text:

8.3.3.4.1 Type tests

1) General conditions for withstand voltage tests

The equipment to be tested shall comply with the general requirements of 8.3.2.1.

If the equipment is to be used without an enclosure, it shall be mounted on a metal plate and all exposed conductive parts (frame, etc.) intended to be connected to the protective earth in normal service shall be connected to that plate.

When the base of the equipment is of insulating material, metallic parts shall be placed at all of the fixing points in accordance with the conditions of normal installation of the equipment and these parts shall be considered as part of the frame of the equipment.

Tout organe de commande en matériau isolant et toute enveloppe intégrée non métallique d'un matériel destiné à être utilisé sans enveloppe supplémentaire doit être revêtu d'une feuille métallique reliée au bâti ou à l'embase de montage. La feuille doit être appliquée sur toutes les surfaces là où celles-ci peuvent être touchées avec le doigt d'épreuve normalisé en usage normal. Lorsque la partie isolante d'une enveloppe intégrée ne peut pas être touchée par le doigt d'épreuve normalisé par suite de la présence d'une enveloppe supplémentaire, aucune feuille n'est requise.

NOTE – Ceci correspond aux parties accessibles à l'opérateur en service normal (par exemple, organe de commande d'un bouton poussoir en service normal).

Lorsque la tenue diélectrique du matériel dépend du gainage des connexions ou de l'emploi d'isolation spéciale, de tels gainage ou isolation spéciale doivent également être utilisés pendant les essais.

NOTE – Les essais diélectriques pour dispositifs à semi-conducteur sont à l'étude.

2) Vérification des tensions de tenue aux chocs

a) Généralités

Le matériel doit satisfaire aux prescriptions données en 7.2.3.1.

La vérification de l'isolation est effectuée par un essai à la tension assignée de tenue aux chocs.

Les distances d'isolement égales ou supérieures aux valeurs de la classe A du tableau 13 peuvent être vérifiées par un mesurage suivant la méthode décrite en annexe G.

b) Tension d'essai

La tension d'essai doit être celle spécifiée en 7.2.3.1.

Pour le matériel incorporant des dispositifs de suppression des surtensions, l'énergie du courant d'essai ne doit pas être supérieure à la valeur d'énergie assignée aux dispositifs de suppression des surtensions. Ces derniers doivent être adaptés à l'application.

NOTE – Ces caractéristiques assignées sont à l'étude.

La tension de choc 1,2/50 μ s doit être appliquée cinq fois pour chaque polarité à des intervalles d'au moins 1 s.

Si, au cours d'une procédure d'essais, des essais diélectriques répétitifs sont à effectuer, la norme de produit correspondante doit préciser les conditions d'essais diélectriques.

NOTE – Un exemple de dispositif d'essai est à l'étude.

c) Application de la tension d'essai

Le matériel étant monté et préparé comme spécifié au point a) ci-dessus, la tension d'essai est appliquée comme suit:

- i) entre toutes les bornes du circuit principal reliées entre elles (y compris les circuits de commande et auxiliaire reliés au circuit principal) et l'enveloppe ou l'embase de montage, les contacts étant dans toutes leurs positions normales de fonctionnement;
- ii) entre chaque pôle du circuit principal et les autres pôles reliés entre eux et l'enveloppe ou l'embase de montage, les contacts étant dans toutes leurs positions normales de fonctionnement;
- iii) entre chaque circuit de commande et chaque circuit auxiliaire qui n'est pas normalement relié au circuit principal et:
 - le circuit principal,
 - les autres circuits,
 - les masses,
 - l'enveloppe où l'embase de montage,
 qui, dans les cas appropriés, peuvent être reliés entre eux;
- iv) pour les matériels aptes au sectionnement, à travers les pôles du circuit principal, les bornes amont étant reliées entre elles et les bornes aval étant reliées entre elles.

Any actuator of insulating material and any integral non-metallic enclosure of equipment intended to be used without an additional enclosure shall be covered by a metal foil and connected to the frame or the mounting plate. The foil shall be applied to all surfaces where these can be touched with the standard test finger in normal use. If the insulation part of an integral enclosure cannot be touched by the standard test finger due to the presence of an additional enclosure, no foil shall be required.

NOTE – This corresponds to accessible parts by the operator in normal use (for example, actuator of a push-button in normal use).

When the dielectric strength of the equipment is dependent upon the taping of leads or the use of special insulation, such taping or special insulation shall also be used during the tests.

NOTE – Dielectric tests for semiconductor devices are under consideration.

2) Verification of impulse withstand voltage

a) General

The equipment shall comply with the requirements stated in 7.2.3.1.

The verification of the insulation is made by a test at the rated impulse withstand voltage.

Clearances equal to or larger than the values of class A of table 13 may be verified by measurement, according to the method described in annex G.

b) Test voltage

The test voltage shall be that specified in 7.2.3.1.

For equipment incorporating overvoltage suppressing means, the energy content of the test current shall not exceed the energy rating of the overvoltage suppressing means. The latter shall be suitable for the application.

NOTE – Such ratings are under consideration.

The 1,2/50 μ s impulse voltage shall be applied five times for each polarity at intervals of 1 s minimum.

If, in the course of a test procedure, repeated dielectric testing is required, the relevant product standard shall state the dielectric test conditions.

NOTE – An example of test equipment is under consideration.

c) Application of test voltage

With the equipment mounted and prepared as specified in item a) above, the test voltage is applied as follows:

- i) between all the terminals of the main circuit connected together (including the control and auxiliary circuits connected to the main circuit) and the enclosure or mounting plate, with the contacts in all normal positions of operation;
- ii) between each pole of the main circuit and the other poles connected together and to the enclosure or mounting plate, with the contacts in all normal positions of operation;
- iii) between each control and auxiliary circuit not normally connected to the main circuit and:
 - the main circuit,
 - the other circuits,
 - the exposed conductive parts,
 - the enclosure or mounting plate,which, wherever appropriate, may be connected together;
- iv) for equipment suitable for isolation, across the poles of the main circuit, the line terminals being connected together and the load terminals connected together.

La tension d'essai doit être appliquée entre les bornes amont et aval du matériel, les contacts étant en position d'ouverture, et sa valeur doit être comme spécifié au point 1) b) de 7.2.3.1.

Pour les matériels non aptes au sectionnement, les prescriptions d'essai avec les contacts en position d'ouverture doivent être précisées dans la norme de produit correspondante.

d) Critères d'acceptation

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive non intentionnelle au cours des essais.

NOTE 1 – Une exception est une décharge disruptive provoquée intentionnellement, par exemple par des dispositifs de suppression des surtensions transitoires.

NOTE 2 – Le terme «décharge disruptive» s'applique aux phénomènes associés à la défaillance de l'isolation sous une contrainte électrique durant lesquels la décharge court-circuite complètement l'isolation en essai, réduisant la tension appliquée entre les électrodes à une valeur nulle ou presque nulle.

NOTE 3 – Le terme «amorçage» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit dans un diélectrique gazeux ou liquide.

NOTE 4 – Le terme «contournement» est utilisé lorsque la décharge disruptive apparaît le long de la surface d'un diélectrique immergé dans un milieu gazeux ou liquide.

NOTE 5 – Le terme «perforation» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

NOTE 6 – Une décharge disruptive dans un diélectrique solide occasionne la perte permanente de la rigidité diélectrique de l'objet; dans un diélectrique liquide ou gazeux, cette perte peut n'être que momentanée.

3) Vérification de la tenue à fréquence industrielle de l'isolation solide

a) Généralités

Cet essai est applicable pour la vérification de l'isolation solide et l'aptitude à résister à des surtensions temporaires.

b) Tension d'essai

La tension d'essai doit être de forme pratiquement sinusoïdale et sa fréquence doit être comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

Le transformateur à haute tension utilisé pour cet essai doit être conçu de manière telle que, lorsque les bornes de sortie sont court-circuitées après réglage de la tension de sortie à la valeur appropriée de la tension d'essai, le courant de sortie soit au moins égal à 200 mA.

Le relais de surintensité ne doit pas se déclencher lorsque le courant de sortie est inférieur à 100 mA.

La valeur de la tension d'essai doit être la suivante:

- i) pour le circuit principal, ainsi que pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires qui ne sont pas visés au point ii) ci-après, conforme au tableau 12A;
- ii) pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires que le constructeur indique comme ne devant pas être reliés au circuit principal:
 - 1 000 V, en valeur efficace, lorsque la tension assignée d'isolement U_i n'excède pas 60 V,
 - $2 U_i + 1\,000$ V avec un minimum de 1 500 V, en valeur efficace, lorsque la tension assignée d'isolement U_i est supérieure à 60 V.

La tension d'essai appliquée doit être à $\pm 3\%$.

c) Application de la tension d'essai

Quand les circuits d'un matériel comportent des éléments tels que moteurs, appareils de mesure, interrupteurs à faible course des contacts, condensateurs et dispositifs à semi-conducteurs qui, selon leurs spécifications particulières, ont été soumis à des tensions d'essai diélectrique inférieures à celles spécifiées au point b) ci-dessus, de tels éléments doivent être déconnectés pour l'essai. Les circuits qui assurent une fonction de protection ne doivent pas être débranchés pour l'essai.

The test voltage shall be applied between the line and load terminals of the equipment with the contacts in the open position and its value shall be as specified in item 1) b) of 7.2.3.1.

For equipment not suitable for isolation, the requirements for testing with the contacts in the open position shall be stated in the relevant product standard.

d) Acceptance criteria

There shall be no unintentional disruptive discharge during the tests.

NOTE 1 – An exception is an intentional disruptive discharge, for example by transient overvoltage suppressing means.

NOTE 2 – The term "disruptive discharge" related to phenomena associated with the failure of insulation under electrical stress, in which the discharge completely bridges the insulation under test, reducing the voltage between the electrodes to zero or nearly to zero.

NOTE 3 – The term "sparkover" is used when a disruptive discharge occurs in a gaseous or liquid dielectric.

NOTE 4 – The term "flashover" is used when a disruptive discharge occurs over the surface of a dielectric in a gaseous or liquid medium.

NOTE 5 – The term "puncture" is used when a disruptive discharge occurs through a solid dielectric.

NOTE 6 – A disruptive discharge in a solid dielectric produces permanent loss of dielectric strength, in a liquid or gaseous dielectric, the loss may be only temporary.

3) Power-frequency withstand verification of solid insulation

a) General

This test applies to the verification of solid insulation and the ability to withstand temporary overvoltages.

b) Test voltage

The test voltage shall have a practically sinusoidal waveform and a frequency between 45 Hz and 65 Hz.

The high-voltage transformer used for the test shall be so designed that, when the output terminals are short-circuited after the output voltage has been adjusted to the appropriate test voltage, the output current shall be at least 200 mA.

The overcurrent relay shall not trip when the output current is less than 100 mA.

The value of the test voltage shall be as follows:

- i) for the main circuit and for the control and auxiliary circuits which are not covered by item ii) below, in accordance with table 12A;
- ii) for control circuits and auxiliary circuits which are indicated by the manufacturer as unsuitable for connection to the main circuit:
 - 1 000 V r.m.s., where the rated insulation voltage U_i does not exceed 60 V,
 - $2 U_i + 1 000$ V with a minimum of 1 500 V r.m.s., where the rated insulation voltage U_i exceeds 60 V.

The test voltage applied shall be within ± 3 %.

c) Application of test voltage

When the circuits of equipment include devices such as motors, instruments, snap switches, capacitors and solid state devices which, according to their relevant specifications, have been subjected to dielectric test voltages lower than those specified in b) above, such devices shall be disconnected for the test. Circuits which perform a protective function shall not be disconnected for the test.

La tension d'essai doit être appliquée pendant 5 s conformément aux points i), ii) et iii) de 2) c) ci-dessus.

Dans certains cas particuliers, par exemple celui d'un matériel ayant plus d'une position d'ouverture ou celui d'un matériel avec semi-conducteur, etc., la norme de produit correspondante peut spécifier des prescriptions d'essai détaillées.

d) Critères d'acceptation

Il ne doit se produire, au cours de l'essai, ni contournement, ni claquage de l'isolation, soit interne (perforation) soit externe (cheminement), ni aucune autre manifestation de décharge disruptive. Toute décharge lumineuse doit être négligée.

4) Vérification de la tenue à fréquence industrielle après les essais de manoeuvre en charge et les essais de court-circuit

a) Généralités

Il convient d'effectuer l'essai sur le matériel tel qu'il était monté pour les essais de manoeuvre en charge et les essais de court-circuit. Si ce n'est pas réalisable, il peut être déconnecté et retiré du circuit d'essai; il faut cependant prendre des mesures afin de s'assurer que ceci n'influence pas le résultat de l'essai.

b) Tension d'essai

Les prescriptions du point 3) b) ci-dessus doivent être appliquées, sauf que la valeur de la tension d'essai doit être $2 U_e$ avec une valeur efficace minimale de 1 000 V.

NOTE – Il convient, dès la réimpression des normes de produit, de les adapter à cette décision.

c) Application de la tension d'essai

Les prescriptions du point 3) c) ci-dessus doivent être appliquées.

d) Critères d'acceptation

Les prescriptions du point 3) d) ci-dessus doivent être appliquées.

5) Vérification de la tenue à fréquence industrielle après traitement à l'humidité

A l'étude.

6) Vérification de la tenue en courant continu

A l'étude.

7) Vérification des lignes de fuite

Les lignes de fuite les plus courtes entre les phases, entre les conducteurs de circuit à tensions différentes et les parties actives et les masses doivent être mesurées. Les lignes de fuite mesurées en fonction du groupe de matériau et du degré de pollution doivent satisfaire aux prescriptions données 7.2.3.4.

8) Vérification du courant de fuite du matériel apte au sectionnement

Les essais doivent être spécifiés dans la norme de produit correspondante.

8.3.3.4.2 Essais individuels

1) Tension de tenue aux chocs

Les essais doivent être effectués conformément au point 2) de 8.3.3.4.1. La tension ne doit pas être inférieure à la plus grande des deux valeurs suivantes: 30 % de la tension assignée de tenue aux chocs (sans facteur de correction d'altitude) ou $2 U_i$.

2) Tension de tenue à fréquence industrielle

a) Tension d'essai

Le dispositif d'essai doit être le même que celui indiqué au point 3) b) de 8.3.3.4.1; il convient toutefois que la surintensité de déclenchement soit réglée à 25 mA.

The test voltage shall be applied to for 5 s in accordance with items i), ii) and iii) of 2) c) above.

In particular cases, for example equipment having more than one open position or solid state equipment, etc., the relevant product standard may specify detailed test requirements.

d) Acceptance criteria

During the test, no flashover, breakdown of insulation either internally (puncture) or externally (tracking) or any other manifestation of disruptive discharge shall occur. Any glow discharge shall be ignored.

4) Power-frequency withstand verification after switching and short-circuit tests

a) General

The test should be performed on the equipment whilst it remains mounted for the switching or short-circuit tests. If this is not practicable, it may be disconnected and removed from the test circuit, although measures shall be taken to ensure that this does not influence the result of the test.

b) Test voltage

The requirements of 3) b) above shall apply except that the value of the test voltage shall be $2 U_e$ with a minimum of 1 000 V r.m.s.

NOTE – The product standards should be adapted to this decision when reprinted.

c) Application of test voltage

The requirements of 3) c) above shall apply.

d) Acceptance criteria

The requirements of 3) d) above shall apply.

5) Power-frequency withstand verification after humidity treatment

Under consideration.

6) Verification of d.c. withstand voltage

Under consideration.

7) Verification of creepage distances

The shortest creepage distances between phases, between circuit conductors at different voltages and live and exposed conductive parts shall be measured. The measured creepage distance with respect to material group and pollution degree shall comply with the requirements of 7.2.3.4.

8) Verification of leakage current of equipment suitable for isolation

Tests shall be specified in the relevant product standard.

8.3.3.4.2 Routine tests

1) Impulse withstand voltage

The tests shall be performed in accordance with item 2) of 8.3.3.4.1. The test voltage shall be not less than 30 % of the rated impulse withstand voltage (without altitude correction factor) or $2 U_i$ whichever is the higher.

2) Power-frequency withstand voltage

a) Test voltage

The test apparatus shall be the same as that stated in item 3) b) of 8.3.3.4.1 except that the overcurrent trip should be set at 25 mA.

Cependant, le constructeur peut, pour des raisons de sécurité, utiliser un dispositif d'essai de puissance inférieure ou de réglage de déclenchement plus bas mais le courant de court-circuit du dispositif d'essai doit être au moins égal à huit fois le réglage de déclenchement nominal du relais de surintensité, par exemple pour un transformateur avec un courant de court-circuit de 40 mA, le réglage de déclenchement maximal du relais de surintensité doit être $5 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$.

NOTE – La capacité du matériel peut être prise en compte.

La valeur efficace de la tension d'essai doit être $2 U_e$ avec un minimum de 1 000 V.

b) Application de la tension d'essai

Les prescriptions du point 3) c) de 8.3.3.4.1 doivent être appliquées sauf que la durée de l'application de la tension d'essai doit être de 1 s seulement.

Cependant, en variante, une procédure simplifiée d'essai peut être utilisée, s'il est considéré que l'isolation est soumise à une contrainte diélectrique équivalente.

c) Critères d'acceptation

Le relais de surintensité ne doit pas déclencher.

3) Tensions combinées d'ondes de choc et à fréquence industrielle

Les normes de produit peuvent spécifier si les essais des points 1) et 2) ci-dessus peuvent être remplacés par un seul essai de tenue à fréquence industrielle où la valeur de crête de l'onde sinusoïdale correspond à la plus grande des deux valeurs du point 1) ou du point 2).

8.3.3.4.3 Essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement

1) Généralités

Ces essais sont destinés à vérifier que les distances d'isolement restent conformes au plan de conception et sont seulement applicables au matériel ayant des distances d'isolement inférieures à celles correspondant au tableau 13, cas A.

2) Tension d'essai

La tension d'essai doit être celle correspondant à la tension assignée de tenue aux chocs.

Les normes de produit correspondantes doivent indiquer les règles d'échantillonnage et la procédure.

3) Application de la tension d'essai

Les prescriptions du point 2) c) de 8.3.3.4.1 doivent être appliquées sauf qu'il n'est pas nécessaire d'appliquer la feuille métallique sur l'organe de manoeuvre ou l'enveloppe.

4) Critères d'acceptation

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive.

Page 148

8.3.3.5.2 Circuit d'essai

Remplacer, à la page 150, le texte correspondant au point f) par le texte suivant:

f) Le circuit d'essai doit être mis à la terre en un point et en un seul. Cette mise à la terre peut être faite au point étoile du côté charge ou du côté source. Le compte rendu d'essai doit indiquer la position de ce point.

NOTE – Il convient de ne pas changer le raccordement et la position de R et X (voir figures 8a et 8b) entre le réglage et l'essai.

However, at the discretion of the manufacturer for safety reasons, test apparatus of a lower power or trip setting may be used, but the short-circuit current of the test apparatus shall be at least eight times the nominal trip setting of the overcurrent relay, for example for a transformer with a short-circuit current of 40 mA, the maximum trip setting of the overcurrent relay shall be $5 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$.

NOTE – The capacitance of the equipment may be taken into account.

The value of the test voltage shall be $2 U_e$ with a minimum of 1 000 V r.m.s.

b) Application of test voltage

The requirements of item 3) c) of 8.3.3.4.1 shall apply, except that the duration of the test voltage shall be 1 s only.

However, as an alternative, a simplified test procedure may be used if it is considered to subject the insulation to an equivalent dielectric stress.

c) Acceptance criteria

The overcurrent relay shall not trip.

3) Combined impulse voltage and power-frequency withstand voltage

Product standards may specify if the tests of items 1) and 2) above may be replaced by a single power frequency withstand test where the peak value of the sinusoidal wave corresponds to the value stated in items 1) or 2), whichever is the higher.

8.3.3.4.3 Sampling tests for verification of clearances

1) General

These tests are intended to verify the maintaining of the design conformity regarding clearances and are only applicable to equipment with clearances smaller than those corresponding to table 13, case A.

2) Test voltage

The test voltage shall be that corresponding to the rated impulse withstand voltage.

The relevant product standards shall state sampling plans and procedure.

3) Application of test voltage

The requirements of item 2) c) of 8.3.3.4.1 shall apply, except that the metal foil need not be applied to the actuator or the enclosure.

4) Acceptance criteria

No disruptive discharge shall occur.

Page 149

8.3.3.5.2 Test circuit

Replace, on page 151, the text under f) by the following:

- f) The test circuit shall be earthed at one point only. This could be either the load star-point or the supply star-point. The position of this point shall be stated in the test report.

NOTE – The sequence of connection of R and X (see figures 8a and 8b) should not be changed between the adjustment and the test.

Page 152

8.3.3.5.3 Caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement

Remplacer les deux derniers alinéas par le texte suivant:

Deux méthodes de réglage du circuit de charge, selon la position du point de mise à la terre, sont données à l'annexe E.

8.3.3.5.4 Surtensions de manoeuvre

Remplacer le titre et le texte de ce paragraphe par le texte suivant:

8.3.3.5.4 Disponible

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-1:1996/AMD2:1998

Page 153

8.3.3.5.3 Characteristics of transient recovery voltage

Replace the last two paragraphs by the following:

Depending on the position of the earthing, two procedures for the adjustment of the load circuit are given in annex E.

8.3.3.5.4 Switching overvoltages

Replace the title and the text of this subclause by the following:

8.3.3.5.4 Vacant

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-1:1996/AMD2:1998

Remplacer le tableau 12 existant par le nouveau tableau 12 suivant:

Tableau 12 – Tensions d'essai de tenue aux chocs

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tensions d'essai et altitudes correspondantes				
	$U_{1,2/50}$ kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,35	0,35	0,35	0,34	0,33
0,5	0,55	0,54	0,53	0,52	0,5
0,8	0,91	0,9	0,9	0,85	0,8
1,5	1,75	1,7	1,7	1,6	1,5
2,5	2,95	2,8	2,8	2,7	2,5
4,0	4,8	4,8	4,7	4,4	4,0
6,0	7,3	7,2	7,0	6,7	6,0
8,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8,0
12	14,8	14,5	14	13,3	12

NOTE – Le tableau 12 utilise les caractéristiques d'un champ homogène, cas B (voir 2.5.62).

Ajouter le nouveau tableau 12A suivant:

Tableau 12A – Tension d'essai diélectrique en fonction de la tension assignée d'isolement

Tension assignée d'isolement U_i V	Tension d'essai diélectrique (courant alternatif, en valeur efficace) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500
$690 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1 000$	3 500
$1 000 < U_i \leq 1 500^*$	3 500

* En courant continu seulement

Replace the existing table 12 by the following new table 12:

Table 12 – Impulse withstand test voltages

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Test voltages and corresponding altitudes				
	$U_{1,2/50}$ kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,35	0,35	0,35	0,34	0,33
0,5	0,55	0,54	0,53	0,52	0,5
0,8	0,91	0,9	0,9	0,85	0,8
1,5	1,75	1,7	1,7	1,6	1,5
2,5	2,95	2,8	2,8	2,7	2,5
4,0	4,8	4,8	4,7	4,4	4,0
6,0	7,3	7,2	7,0	6,7	6,0
8,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8,0
12	14,8	14,5	14	13,3	12

NOTE – Table 12 uses the characteristics of a homogeneous field, case B (see 2.5.62).

Add the following new table 12A:

Table 12A – Dielectric test voltage corresponding to the rated insulation voltage

Rated insulating voltage U_i V	Dielectric test voltage (a.c., r.m.s.) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500
$690 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1\,000$	3 500
$1\,000 < U_i \leq 1\,500^*$	3 500

* For d.c. only

Pages 184 et 186

Remplacer les tableaux 13, 14 et 15 existants par les nouveaux tableaux 13, 14 et 15 suivants:

Tableau 13 – Distances minimales d'isolement dans l'air

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Distances d'isolement minimales mm							
	Cas A Conditions de champ non homogène (voir 2.5.63)				Cas B Champ homogène, conditions idéales (voir 2.5.62)			
	Degré de pollution				Degré de pollution			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01	0,2	0,8	1,6	0,01	0,2	0,8	1,6
0,5	0,04				0,04			
0,8	0,1				0,1			
1,5	0,5	0,5	1,5	3	0,3	0,6	1,2	2
2,5	1,5				0,6			
4,0	3	3	3	3	1,2	1,2	1,2	2
6,0	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2	3
8,0	8	8	8	8	3	3	3	3
12	14	14	14	14	4,5	4,5	4,5	4,5

NOTE – Les valeurs des distances minimales d'isolement dans l'air sont basées sur des tensions de choc de 1,2/50 μ s à une pression barométrique de 80 kPa, équivalent à la pression atmosphérique normale à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer.

**Tableau 14 – Tensions d'essai à travers les contacts ouverts
des matériels aptes au sectionnement**

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tensions d'essai et altitudes correspondantes				
	$U_{1,2/50}$ kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
0,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
0,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
1,5	2,3	2,3	2,2	2,2	2
2,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3
4,0	6,2	6,0	5,8	5,6	5
6,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8
8,0	12,3	12,1	11,7	11,1	10
12	18,5	18,1	17,5	16,7	15

Pages 185 et 187

Replace existing tables 13, 14 et 15 by the following new tables 13, 14 et 15:

Table 13 – Minimum clearances in air

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Minimum clearances mm							
	Case A Inhomogeneous field conditions (see 2.5.63)				Case B Homogeneous field ideal conditions (see 2.5.62)			
	Pollution degree				Pollution degree			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01	0,2	0,8	1,6	0,01	0,2	0,8	1,6
0,5	0,04				0,04			
0,8	0,1				0,1			
1,5	0,5	0,5	1,5	3	0,3	0,3	1,2	2
2,5	1,5	1,5			0,6	0,6		
4,0	3	3			1,2	1,2		
6,0	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2	2
8,0	8	8	8	8	3	3	3	3
12	14	14	14	14	4,5	4,5	4,5	4,5

NOTE – The values of minimum clearances in air are based on 1,2/50 μ s impulse voltage, for barometric pressure of 80 kPa, equivalent to normal atmospheric pressure at 2 000 m above sea level.

Table 14 – Test voltages across the open contacts of equipment suitable for isolation

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Test voltages and corresponding altitudes				
	$U_{1,2/50}$ kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
0,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
0,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
1,5	2,3	2,3	2,2	2,2	2
2,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3
4,0	6,2	6,0	5,8	5,6	5
6,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8
8,0	12,3	12,1	11,7	11,1	10
12	18,5	18,1	17,5	16,7	15

Tableau 15 – Lignes de fuite minimales

Tension assignée d'isolement du matériel ou tension locale en valeur eff. ou c.c. 4) V	Lignes de fuite pour les matériels sujets à des contraintes de longue durée														
	mm														
	Degré de pollution			Degré de pollution				Degré de pollution				Degré de pollution			
	1 5)	2 5)	1	2				3				4			
	Groupe de matériau			Groupe de matériau				Groupe de matériau				Groupe de matériau			
	1)	2)	1)	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4		1	1	1		1,6	1,6	1,6	
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42		1,05	1,05	1,05		1,6	1,6	1,6	
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45		1,1	1,1	1,1		1,6	1,6	1,6	
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48		1,2	1,2	1,2		1,6	1,6	1,6	
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5		1,25	1,25	1,25		1,7	1,7	1,7	
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53		1,3	1,3	1,3		1,8	1,8	1,8	
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1		1,4	1,6	1,8		1,9	2,4	3	
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2		1,5	1,7	1,9		2	2,5	3,2	
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25		1,6	1,8	2		2,1	2,6	3,4	
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3		1,7	1,9	2,1		2,2	2,8	3,6	
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4		1,8	2	2,2		2,4	3	3,8	
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5		1,9	2,1	2,4		2,5	3,2	4	
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6		2	2,2	2,5		3,2	4	5	
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2		2,5	2,8	3,2		4	5	6,3	
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5		3,2	3,6	4		5	6,3	8	
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2		4	4,5	5		6,3	8	10	
400	1	2	1	2	2,8	4		5	5,6	6,3		8	10	12,5	
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5		6,3	7,1	8		10	12,5	16	
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3		8	9	10		12,5	16	20	
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8		10	11	12,5		16	20	25	
1 000	3,2	5	3,2	5	7,1	10		12,5	14	16		20	25	32	
1 250			4,2	6,3	9	12,5		16	18	20		25	32	40	
1 600			5,6	8	11	16		20	22	25		32	40	50	
2 000			7,5	10	14	20		25	28	32		40	50	63	
2 500			10	12,5	18	25		32	36	40		50	63	80	
3 200			12,5	16	22	32		40	45	50	3)	63	80	100	
4 000			16	20	28	40		50	56	63		80	100	125	
5 000			20	25	36	50		63	71	80		100	125	160	
6 300			25	32	45	63		80	90	100		125	160	200	
8 000			32	40	56	80		100	110	125		160	200	250	
10 000			40	50	71	100		125	140	160		200	250	320	

1) Groupes de matériaux I, II, IIIa, IIIb.

2) Groupes de matériaux I, II, IIIa.

3) Les valeurs des lignes de fuite n'ont pas été déterminées pour cette zone. Il n'est généralement pas recommandé d'utiliser le groupe de matériaux IIIb pour le degré de pollution 3 au-dessus de 630 V et pour le degré de pollution 4.

4) On peut utiliser, par exception et pour les tensions 127 V, 208 V, 415/440 V, 660/690 V et 830 V, les valeurs de ligne de fuite correspondant respectivement à 125 V, 200 V, 400 V, 630 V et 800 V.

5) Les valeurs indiquées dans ces deux colonnes s'appliquent aux lignes de fuite des matériaux pour circuits imprimés.

NOTE 1 – Il est à noter que le cheminement ou l'érosion n'apparaît pas sur une isolation soumise à des tensions locales inférieures ou égales à 32 V. Cependant, on doit prendre en considération la possibilité de corrosion électrolytique et, pour cette raison, les lignes minimales ont été spécifiées.

NOTE 2 – Les valeurs de la tension sont choisies conformément à la série R₁₀.

Table 15 – Minimum creepage distances

Rated insulation voltage of equipment or working voltage a.c. r.m.s. or d.c. 4)	Creepage distances for equipment subject to long term stress														
	mm														
	Pollution degree			Pollution degree				Pollution degree				Pollution degree			
	1 5)	2 5)	1	2				3				4			
	Material group			Material group				Material group				Material group			
V	1)	2)	1)	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4		1	1	1		1,6	1,6	1,6	
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42		1,05	1,05	1,05		1,6	1,6	1,6	
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45		1,1	1,1	1,1		1,6	1,6	1,6	
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48		1,2	1,2	1,2		1,6	1,6	1,6	
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5		1,25	1,25	1,25		1,7	1,7	1,7	
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53		1,3	1,3	1,3		1,8	1,8	1,8	
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1		1,4	1,6	1,8		1,9	2,4	3	
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2		1,5	1,7	1,9		2	2,5	3,2	
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25		1,6	1,8	2		2,1	2,6	3,4	
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3		1,7	1,9	2,1		2,2	2,8	3,6	
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4		1,8	2	2,2		2,4	3	3,8	
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5		1,9	2,1	2,4		2,5	3,2	4	
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6		2	2,2	2,5		3,2	4	5	
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2		2,5	2,8	3,2		4	5	6,3	
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5		3,2	3,6	4		5	6,3	8	
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2		4	4,5	5		6,3	8	10	
400	1	2	1	2	2,8	4		5	5,6	6,3		8	10	12,5	
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5		6,3	7,1	8		10	12,5	16	
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3		8	9	10		12,5	16	20	
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8		10	11	12,5	3)	16	20	25	
1 000	3,2	5	3,2	5	7,1	10		12,5	14	16		20	25	32	
1 250			4,2	6,3	9	12,5		16	18	20		25	32	40	
1 600			5,6	8	11	16		20	22	25		32	40	50	
2 000			7,5	10	14	20		25	28	32		40	50	63	
2 500			10	12,5	18	25		32	36	40	50	63	80		
3 200			12,5	16	22	32		40	45	50	63	80	100		
4 000			16	20	28	40		50	56	63	80	100	125		
5 000			20	25	36	50		63	71	80	100	125	160		
6 300			25	32	45	63		80	90	100	125	160	200		
8 000			32	40	56	80		100	110	125	160	200	250		
10 000			40	50	71	100		125	140	160	200	250	320		

1) Material groups I, II, IIIa, IIIb.

2) Material groups I, II, IIIa.

3) Values of creepage distances in this area have not been established. Material group IIIb is in general not recommended for application in pollution degree 3 above 630 V and in pollution degree 4.

4) As an exception, for rated insulation voltages 127 V, 208 V, 415/440 V, 660/690 V and 830 V, creepage distances corresponding to the lower values 125 V, 200 V, 400 V, 630 V and 800 V respectively may be used.

5) The values given in these two columns apply to creepage distances of printed circuit materials.

NOTE 1 – It is appreciated that tracking or erosion will not occur on insulation subjected to working voltages of 32 V and below. However, the possibility of electrolytic corrosion has to be considered and for this reason minimum creepage distances have been specified.

NOTE 2 – Voltage values are selected in accordance with the R₁₀ series.