INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

IEC
CEI
60664-5

Second edition
Deuxième édition
2007-07

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems –

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension –

Partie 5: Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm



Reference number
Numéro de référence
IEC/CEI 60664-5:2007

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

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

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

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

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

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

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

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

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

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

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

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

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

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

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

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

IEC
CEI
60664-5

Second edition
Deuxième édition
2007-07

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems –

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension –

Partie 5: Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

PRICE CODE
CODE PRIX X

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

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6

1 Scope and object 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 8
4 Fundamentals of clearance and creepage distance dimensioning 8
4.1 Introductory remark 8
4.2 Basic principles 8
4.3 Voltages and voltage ratings 9
4.4 Frequency 11
4.5 Time under voltage stress 11
4.6 Pollution 11
4.7 Information supplied with the equipment 12
4.8 Insulating material 12
5 Requirements and dimensioning procedures 14
5.1 General 14
5.2 Dimensioning of clearances 14
5.3 Dimensioning of creepage distances 18
5.4 Requirements for design of solid insulation 23
6 Tests and measurements 26
6.1 Tests 26
6.2 Measurement of creepage distances and clearances 33

Annex A (informative) Dimensioning to maintain minimum insulation resistance 34
Annex B (normative) Water adsorption test 36
Annex C (informative) Dimensioning diagrams 40
Annex D (informative) Withstand voltage test for creepage distance under humid conditions 43

Bibliography 44

Figure 1 – Test voltages 32
Figure B.1 – Layout of the test sample 37
Figure B.2 – Test circuit 38
Figure B.3 – Critical relative humidity of insulating materials 39
Figure C.1 – Diagram for dimensioning clearances for circuits directly connected to the supply mains 40
Figure C.2 – Diagram for dimensioning clearances for circuits not directly connected to the supply mains 41
Figure C.3 – Diagram for dimensioning of creepage distances 42
Figure D.1 – The arrangement for the withstand voltage test 43

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 1 – Relation between the humidity levels and macro-environmental classes 12
Table 2 – Clearances to withstand transient overvoltages 15
Table 3 – Clearances to withstand steady-state voltages, temporary overvoltages or recurring peak voltages 16
Table 4 – Creepage distances to avoid failure due to tracking 20
Table 5 – Creepage distances to avoid flashover 21
Table A.1 – Minimum insulation resistance 34
Table A.2 – Creepage distances to maintain minimum insulation resistance 35

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS –

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

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 60664-5 has been prepared by IEC technical committee 109: Insulation coordination for low-voltage equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 2003 and constitutes a technical revision.

The revision of Part 1 of IEC 60664 also required a revision of Part 5 of IEC 60664, as Part 5 is closely linked to Part 1. In addition to a number of editorial improvements, the following major technical changes made in Part 1 also apply for Part 5:

- Amendment of Japanese mains conditions with regard to the rated impulse voltages, the rationalized voltages and the nominal voltages of supply systems for different modes of overvoltage control.
- Amendment of dimensioning of clearances smaller than 0,01 mm.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

- Alignment of the table and the corresponding formula regarding test voltages for verifying clearances at different altitudes.
- Amendment of interpolation of the creepage distance values for functional insulation.
- Revision of the former Clause 4 "Tests and measurements" (now Clause 6) to achieve a more detailed description of the tests and their purpose, the test equipment and possible alternatives.

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

It is to be used in conjunction with IEC 60664-1.

NOTE For the purposes of this standard, all references to IEC 60664-1 are written as “to Part 1”. Where a subclause is cited without reference to a Part, it is assumed that the reference is to the current Part 5.

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

CDV	Report on voting
109/61/CDV	109/63/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60664 series, under the general title *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*, can be found on the IEC website.

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.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

This part of IEC 60664 specifies humidity levels regarding the effects of humidity on creepage distances.

This part introduces the following dimensioning criteria which need to be taken into account:

– new minimum clearances having more precise values for dimensions up to 2 mm under pollution degrees 2 and 3 than those specified in Table F.2 of Part 1;

– smaller minimum creepage distances for printed wiring boards and equivalent constructions under pollution degree 3 than those specified in Table F.4 of Part 1;

– a specification of minimum creepage distances to avoid flashover of the insulating surfaces, the values being based on the water adsorption characteristics of the material;

– a specification of minimum creepage distances to ensure adequate insulation resistance under humid conditions.

NOTE Table A.2 provides information on the dimensioning of creepage distances in order to maintain adequate insulation resistance for r.m.s. voltages up to 10 000 V, corresponding to creepage distances up to 250 mm.

The information in this standard is based on research data published in 1989 [1, 2]1.

The following details from this research provide background information:

– the research was carried out on test samples that were manufactured using the same process as for printed wiring boards with spacing of circuit patterns from 0,16 mm to 6,3 mm;

– ten different materials were used for the test samples. The influence of the manufacturing process on the surface of the material, e.g. moulding or machining, was not part of the research project;

– the test samples were placed in different locations, such as city, rural, industrial, desert, and coastal;

– the samples were periodically exposed to a voltage stress and the data accumulated over a long period of time.

Annex B specifies a water adsorption test method for allocating unclassified insulating material to the relevant water adsorption group. This annex will be reviewed when further experience is gained using the test method for different materials.

1 Figures in square brackets refer to the bibliography.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS –

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

1 Scope and object

This part of IEC 60664 specifies the dimensioning of clearances and creepage distances for spacings equal to or less than 2 mm for printed wiring board and equivalent constructions, where the clearance and the creepage distance are identical and are along the surface of solid insulation, such as the paths described in 6.2 of Part 1[2] (Examples 1, 5 and 11).

The dimensioning in this standard is more precise than that provided by Part 1. However, if the precision provided by this standard is not required, Part 1 may be applied instead.

This standard can only be used in its entirety. It is not permitted to select one or more clauses from this standard and to use them in place of the corresponding clauses of Part 1. In addition, this part of IEC 60664 can only be used together with Part 1.

When this Part 5 is applied to the dimensioning of clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm, all clauses are used in place of the corresponding clauses given in Part 1. For clearances and creepage distances larger than 2 mm, and for solid insulation in general, Part 1 applies.

NOTE 1 The limitation to distances equal to or less than 2 mm applies to basic or supplementary insulation. The total distance of a reinforced or double insulation may be larger than 2 mm.

This standard is based on the following criteria for dimensioning:

– minimum clearances independent of the micro-environment (see Table 2);
– minimum creepage distances for pollution degrees 1, 2 and 3 to avoid failure due to tracking (see Table 4);
– minimum creepage distances to avoid flashover across the insulating surface (see Table 5).

NOTE 2 For minimum creepage distances to maintain adequate insulation resistance, see Table A.2.

NOTE 3 This standard is not applicable to micro-environmental conditions worse than pollution degree 3 or humidity level 3.

A test method is specified for allocating unclassified insulating material to the relevant water adsorption group.

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.

Clause 2 of Part 1 is applicable, as well as the following:

2 "Part 1" refers to IEC 60664-1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

IEC 60364-5-51:2005, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60721-3-3:1994, *Classification of environmental conditions – Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities –Stationary use at weatherprotected locations*

IEC 60721-3-7:1995, *Classification of environmental conditions – Part 3-7: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Portable and non-stationary use*

IEC 60721-3-9:1993, *Classification of environmental conditions – Part 3-9: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Microclimates inside products*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions, in addition to those given in Part 1, apply.

3.1
water adsorption
capability of insulating material to adsorb water on its surface

3.2
critical relative humidity
value of the relative humidity when the impulse withstand voltage of a creepage distance has dropped to 95 % of the value that was measured at 70 % relative humidity

4 Fundamentals of clearance and creepage distance dimensioning

4.1 Introductory remark

The first publication on this subject was IEC 60664, 1980. It only covered clearances, the data being based on fundamental data of breakdown voltages. Subsequently, in 1981 IEC 60664A was published concerning creepage distances based on data obtained over many years of experience, as well as data obtained from testing printed wiring boards. In 1992, the publications were combined and published as IEC 60664-1 (Part 1). However, the revision did not change the basic data.

4.2 Basic principles

Insulation coordination implies the selection of the electric insulation characteristics of the equipment with regard to its application and in relation to its surroundings.

Insulation coordination can only be achieved if the design of the equipment is based on the stresses to which it is likely to be subjected during its anticipated lifetime.

Subclause 4.2 of Part 1 is applicable if not specified otherwise below.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.2.5 Insulation coordination with regard to temporary overvoltage

Insulation coordination with regard to temporary overvoltages is based on the temporary overvoltage specified in Clause 442 of IEC 60364-4-44 (see 5.4.3.2.3 of this Part 5).

NOTE Currently available surge protective devices (SPDs) are not able to adequately deal with the energy associated with temporary overvoltages.

4.2.6 Insulation coordination with regard to environmental conditions

The micro-environmental conditions for the insulation shall be taken into account. They depend primarily on the macro-environmental conditions in which the equipment is located and, in many cases, the environments are identical. However, the micro-environment can be better or worse than the macro-environment where, for example, enclosures, heating, ventilation or dust influence the micro-environment.

NOTE Protection by enclosures provided according to the degrees of protection specified in IEC 60529 [3] may increase the humidity of the micro-environment.

The main environmental parameters are as follows:

– *for clearances*
  - air pressure,
  - temperature, if it has a wide variation;
– *for creepage distances*
  - air pressure,
  - pollution,
  - relative humidity,
  - condensation;
– *for solid insulation*
  - temperature,
  - relative humidity.

4.3 Voltages and voltage ratings

4.3.1 General

Subclause 4.3.1 of Part 1 is applicable.

4.3.2 Determination of voltage for long-term stresses

4.3.2.1 General

Subclause 4.3.2.1 of Part 1 is applicable.

4.3.2.2 Voltage for dimensioning basic insulation

4.3.2.2.1 Equipment energized directly from the low-voltage mains

The nominal voltages of the low-voltage mains have been rationalized according to Tables F.3a and F.3b of Part 1 and these voltages are the minimum to be used for the selection of creepage distances. They may also be used for the selection of rated insulation voltages.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

For equipment having several rated voltages so that it may be used at different nominal voltages of the low-voltage mains, the voltage selected shall be appropriate for the highest rated voltage of the equipment.

Technical committees shall consider whether the voltage is to be selected

– based on line-to-line voltage, or
– based on line-to-neutral voltage.

In the latter case the technical committee shall specify how the user is to be informed that the equipment is for use on neutral-earthed systems only.

4.3.2.2.2 Systems, equipment and internal circuits not energized directly from the low-voltage mains

Subclause 4.3.2.2.2 of Part 1 is applicable.

4.3.2.3 Voltage for dimensioning functional insulation

Subclause 4.3.2.3 of Part 1 is applicable.

4.3.3 Determination of rated impulse voltage

4.3.3.1 General

Subclause 4.3.3.1 of Part 1 is applicable.

4.3.3.2 Overvoltage categories

4.3.3.2.1 General

Subclause 4.3.3.2.1 of Part 1 is applicable.

4.3.3.2.2 Equipment energized directly from the supply mains

Subclause 4.3.3.2.2 of Part 1 is applicable.

4.3.3.2.3 Systems and equipment not energized directly from the low-voltage mains

Subclause 4.3.3.2.3 of Part 1 is applicable.

4.3.3.3 Selection of rated impulse voltage for equipment

Subclause 4.3.3.3 of Part 1 is applicable.

4.3.3.4 Impulse voltage insulation coordination within equipment

4.3.3.4.1 Parts or circuits within equipment significantly influenced by external transient overvoltages

Subclause 4.3.3.4.1 of Part 1 is applicable.

4.3.3.4.2 Parts or circuits within equipment specifically protected against transient overvoltages

For such parts are not significantly influenced by external transient overvoltages, the impulse withstand voltage required for basic insulation is not related to the rated impulse voltage of the equipment but to the actual conditions for that part or circuit. Application of the preferred series

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

of impulse voltage values as introduced in 4.2.3 of Part 1 is, however, recommended to permit standardization. In other cases, interpolation of Table 2 values of this Part 5 is allowed.

4.3.3.5 Switching overvoltage generated by the equipment

Subclause 4.3.3.5 of Part 1 is applicable.

4.3.3.6 Interface requirements

Subclause 4.3.3.6 of Part 1 is applicable.

4.3.4 Determination of recurring peak voltage

Subclause 4.3.4 of Part 1 is applicable.

4.3.5 Determination of temporary overvoltage

4.3.5.1 General

Subclause 4.3.5.1 of Part 1 is applicable.

4.3.5.2 Fault voltage

Subclause 4.3.5.2 of Part 1 is applicable.

4.3.5.3 Stress due to temporary overvoltages

The magnitude and duration of a temporary overvoltage in low-voltage equipment due to an earth fault in the high-voltage system are given in 5.4.3.2.3.

4.4 Frequency

Subclause 4.4 of Part 1 applies.

4.5 Time under voltage stress

Not applicable.

4.6 Pollution

4.6.1 General

Pollution does not only impair insulation with regard to long-term r.m.s. voltage stress causing tracking, but also impairs it with regard to peak voltages and water adsorption. Pollution causes reduced impulse withstand capability of short distances and thus flashover may occur across the insulation surface.

The influence of humidity on the surface of insulation is identified by the humidity levels specified in 4.6.4. The influence of the water adsorption characteristics on the surface of insulation is identified by the water adsorption groups specified in 4.8.6.

4.6.2 Degrees of pollution in the micro-environment

Subclause 4.6.2 of Part 1 applies.

4.6.3 Conditions of conductive pollution

Not applicable.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.6.4 Humidity levels

For the purpose of evaluating creepage distances with regard to flashover across the surface or minimum insulation resistance, the following three levels in the micro-environment are defined:

- humidity level 1 (HL 1): the relative humidity at the insulation surface never reaches a level where condensation occurs. Therefore flashover is not influenced by humidity;
- humidity level 2 (HL 2): the relative humidity at the insulation surface is such that condensation occurs occasionally during transient changes in the micro-environment. Therefore flashover is influenced by humidity;
- humidity level 3 (HL 3): the relative humidity at the insulation surface is such that condensation may occur frequently. Therefore flashover is strongly influenced by humidity.

4.6.5 Relation of humidity levels to the macro-environment

Macro-environmental conditions are specified in IEC 60364-5-51, IEC 60721-3-3, IEC 60721-3-7 and IEC 60721-3-9.

NOTE In IEC 60721-3-9 different expressions of climatic classes are used.

The relationship between humidity levels of the micro-environment and the defined macro-environmental classes is shown in Table 1.

Table 1 – Relation between the humidity levels and macro-environmental classes

Standard specifying climatic classes	Climatic (macro-environmental) classes			Humidity levels
IEC 60721-3-9 IEC 60721-3-3 IEC 60721-3-7 IEC 60364-5-51	Y2 3K1 ↓	Y3 3K3 7K1 AB5 ↓	Y4 3K6 7K3 AB7 ↓	
	=	(–)	(–)	→ HL 1
	(+)	=	(–)	→ HL 2
	(+)	(+)	=	→ HL 3

Key
= micro-environment has the same humidity as the macro-environment
(–) micro-environment is less humid than the macro-environment
(+) micro-environment is more humid than the macro-environment

4.7 Information supplied with the equipment

Subclause 4.7 of Part 1 is applicable.

4.8 Insulating material

4.8.1 General

Insulating material shall be classified into groups according their CTI values.

The electric strength characteristics as well as the thermal, mechanical, chemical and water adsorption characteristics of insulating material shall be considered by the technical committees. Regarding the requirements for solid insulation, 5.4 of this Part 5 applies.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.8.2 Comparative tracking index (CTI)

4.8.2.1 Behaviour of insulating material in the presence of scintillations

Subclause 4.8.1.1 of Part 1 is applicable.

4.8.2.2 CTI values to categorize insulating materials

Subclause 4.8.1.2 of Part 1 is applicable.

4.8.2.3 Material groups

Subclause 4.8.1.3 of Part 1 is applicable.

4.8.2.4 Test for comparative tracking index (CTI)

Subclause 4.8.1.4 of Part 1 is applicable.

4.8.2.5 Non tracking materials

For glass, ceramics or other inorganic insulating materials which do not track, creepage distances need not be greater than their associated clearance for the purpose of insulation coordination. The dimensions of Table 2 for inhomogeneous field conditions are appropriate.

4.8.3 Electric strength characteristics

Subclause 4.8.2 of Part 1 is applicable.

4.8.4 Thermal characteristics

Subclause 4.8.3 of Part 1 is applicable.

4.8.5 Mechanical and chemical characteristics

Subclause 4.8.4 of Part 1 is applicable.

4.8.6 Water adsorption characteristics

Water adsorption is a surface-related phenomenon that depends on the characteristics of the insulating material. With regard to the effect of water adsorption on voltage withstand capability, insulating materials are allocated to a water adsorption group according to the test procedure in Annex B as follows:

– water adsorption group WAG 1 (negligible influence);
– water adsorption group WAG 2 (weak influence);
– water adsorption group WAG 3 (medium influence);
– water adsorption group WAG 4 (strong influence).

NOTE 1 The classification of materials with respect to water adsorption groups may be influenced by fillers, additives and manufacturing procedures.

NOTE 2 The classification of various insulating materials with respect to water adsorption groups is given in 5.3.2.3.5.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5 Requirements and dimensioning procedures

5.1 General

Clearances shall be dimensioned to withstand voltages in accordance with 5.2.2 of this Part 5. The associated creepage distance shall fulfil the requirements of 5.3.2.3.3 and 5.3.2.3.4 of this Part 5. Solid insulation shall be designed to meet the requirements of 5.4 of this Part 5.

5.2 Dimensioning of clearances

5.2.1 General

Clearances shall be dimensioned to withstand the required impulse withstand voltage. For equipment directly connected to the low-voltage mains, the required impulse withstand voltage is the rated impulse voltage established on the basis of 4.3.3.3 of Part 1. If a steady-state r.m.s. voltage, a temporary overvoltage or a recurring peak voltage requires larger clearances than required for the impulse withstand voltage, the corresponding values of Table 3 shall be used. The largest clearance shall be selected, resulting from consideration of impulse withstand voltage, steady-state r.m.s. voltage, temporary overvoltages and recurring peak voltages.

NOTE Dimensioning for steady-state r.m.s. or recurring peak voltage leads to a situation in which there is no margin to breakdown with the continuous application of these voltages. Technical committees should take this into account.

5.2.2 Dimensioning criteria

5.2.2.1 General

Clearances shall be selected taking into account the following influencing factors:

– impulse withstand voltage according to 5.2.5 of this Part 5 for functional insulation and 5.2.6 of this Part 5 for basic, supplementary and reinforced insulation;

– steady-state withstand voltages and temporary overvoltages (see 5.2.2.3 of this Part 5);

– recurring peak voltages (see 5.2.2.3 of this Part 5);

– electric field conditions (see 5.2.3 of this Part 5);

– altitude. The clearance dimensions specified in Table 2 and Table 3 give withstand capability for equipment for use in altitudes up to 2 000 m. For equipment for use in higher altitudes, 5.2.4 of this Part 5 applies.

Larger clearances may be required in the case of mechanical influences such as vibration or applied forces.

5.2.2.2 Dimensioning to withstand transient overvoltages

Clearances shall be dimensioned to withstand the required impulse withstand voltage, according to Table 2. For equipment directly connected to the supply mains, the required impulse withstand voltage is the rated impulse voltage established on the basis of Table F.1 of Part 1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 2 – Clearances to withstand transient overvoltages

Required impulse withstand voltage [a) c)] kV	Minimum clearances in air up to 2 000 m above sea level	
	Case A Inhomogeneous field conditions (see 3.15 of Part 1) mm	Case B homogeneous field conditions (see 3.14 of Part 1) mm
0,33 [b)]	0,01	0,01
0,40	0,02	0,02
0,50 [b)]	0,04	0,04
0,60	0,06	0,06
0,80 [b)]	0,10	0,10
1,0	0,15	0,15
1,2	0,25	0,20
1,5 [b)]	0,50	0,30
2,0	1,0	0,45
2,5 [b)]	1,5	0,60
3,0	2,0	0,80
4,0 [b)]		1,2
5,0		1,5
6,0 [b)]		2,0

a) This voltage is

– for functional insulation, the maximum impulse voltage expected to occur across the clearance (see 5.2.5 of this Part 5);

– for basic insulation directly exposed to or significantly influenced by transient overvoltages from the low voltage mains (see 4.3.3.3 of Part 1, 4.3.3.4.1 of Part 1 and 5.2.6 of this Part 5), the rated impulse voltage of the equipment;

– for other basic insulation (see 4.3.3.4.2 of this Part 5), the highest impulse voltage that can occur in the circuit.

For reinforced insulation, see 5.2.6 of this Part 5.

b) Preferred values specified as in 4.2.3 of Part 1.

c) For parts or circuits within equipment subject to impulse voltages according to 4.3.3.4.2 of this Part 5, interpolation of values is allowed. However, standardization is achieved by using the preferred series of impulse voltage values in 4.2.3 of Part 1.

5.2.2.3 Dimensioning to withstand steady-state voltages and temporary overvoltages or recurring peak voltages

Clearances shall be dimensioned according to Table 3 to withstand the peak value of the steady-state (d.c. or 50/60 Hz voltage), the temporary overvoltage or recurring peak voltage.

Dimensioning according to Table 2 shall be compared with Table 3. The larger clearance shall be selected.

NOTE 1 Dimensioning requirements for frequencies higher than 30 kHz are specified in IEC 60664-4.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 3 – Clearances to withstand steady-state voltages, temporary overvoltages or recurring peak voltages

Voltage [a] (peak value) [b] kV	Minimum clearances in air up to 2 000 m above sea level	
	Case A Inhomogeneous field conditions (see 3.15 of Part 1) mm	Case B Homogeneous field conditions (see 3.14 of Part 1) mm
0,04	0,001[c]	0,001[c]
0,06	0,002[c]	0,002[c]
0,10	0,003[c]	0,003[c]
0,12	0,004[c]	0,004[c]
0,15	0,005[c]	0,005[c]
0,20	0,006[c]	0,006[c]
0,25	0,008[c]	0,008[c]
0,33	0,01	0,01
0,4	0,02	0,02
0,5	0,04	0,04
0,6	0,06	0,06
0,8	0,13	0,10
1,0	0,26	0,15
1,2	0,42	0,20
1,5	0,76	0,30
2,0	1,27	0,45
2,5	1,8	0,6
3,0	2,4 [d]	0,8
4,0		1,2
5,0		1,5
6,0		2,0

a) The clearances for other voltages are obtained by interpolation.

b) See Figure 1 of Part 1 for recurring peak voltage.

c) These values are based on experimental data obtained at atmospheric pressure.

d) This value is only given to allow interpolation of the peak voltage from one step lower to a value corresponding to 2 mm (maximum value according to this standard).

NOTE 2 If clearances are stressed with steady-state voltages of 2,5 kV (peak) and above, dimensioning according to the breakdown values in Table 3 may not provide operation without corona (partial discharges), especially for inhomogeneous fields. In order to provide corona-free operation, it is either necessary to use larger clearances as given in Table F.7b of Part 1 or to improve the field distribution.

5.2.3 Electric field conditions

5.2.3.1 General

The shape and arrangement of the conductive parts (electrodes) influence the homogeneity of the field and consequently the clearance needed to withstand a given voltage (see Tables 2 and 3 of this Part 5 and Table A.1 of Part 1).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.2.3.2 Inhomogeneous field conditions (case A of Table 2)

Clearances not less than those specified in Table 2 for inhomogeneous field conditions can be used irrespective of the shape and arrangement of the conductive parts and without verification by a voltage withstand test.

Clearances through openings in enclosures of insulating material shall not be less than those specified for inhomogeneous field conditions since the configuration is not controlled, which may have an adverse effect on the homogeneity of the electric field.

5.2.3.3 Homogeneous field conditions (case B of Table 2)

Values for clearances in Table 2 for case B are only applicable for homogeneous fields. They can only be used where the shape and arrangement of the conductive parts is designed to achieve an electric field having an essentially constant voltage gradient.

Clearances smaller than those for inhomogeneous field conditions require verification by a voltage withstand test (see 6.1.2).

NOTE For small values of clearances, the uniformity of the electric field can deteriorate in the presence of pollution, making it necessary to increase the clearances above the values of case B.

5.2.4 Altitude

As the dimensions in Table 2 and Table 3 are valid for altitudes up to 2 000 m above sea level, the altitude correction factors specified in Table A.2 of Part 1 are applicable for clearances for altitudes above 2 000 m.

NOTE The breakdown voltage of a clearance in air for a homogeneous field (withstand voltage in Table A.1 case B of Part 1) is, according to Paschen's Law, proportional to the product of the distance between electrodes and the atmospheric pressure. Therefore, experimental data recorded at approximately sea level is corrected according to the difference in atmospheric pressure between 2 000 m and sea level. The same correction is made for inhomogeneous fields and for creepage distances with respect to flashover; see 5.3.2.3.4.

5.2.5 Dimensioning of clearances of functional insulation

For a clearance of functional insulation, the required withstand voltage is the maximum impulse voltage or steady-state voltage (with reference to Table 3) or recurring peak voltage (with reference to Table 3) expected to occur across it under rated conditions of the equipment, and in particular the rated voltage and rated impulse voltage (refer to Table 2),.

5.2.6 Dimensioning of clearances of basic, supplementary and reinforced insulation

Clearances of basic and supplementary insulation shall each be dimensioned as specified in Table 2 corresponding to

– the rated impulse voltage, according to 4.3.3.3 of Part 1 or 4.3.3.4.1 of Part 1, or

– the impulse withstand voltage requirements according to 4.3.3.4.2 of this Part 5;

and as specified in Table 3 corresponding to

– the steady-state voltage according to 4.3.2.2 of this Part 5;

– and the recurring peak voltage according to 4.3.4 of Part 1;

– and the temporary overvoltage according to 4.3.5 of this Part 5.

With respect to impulse voltages, clearances of reinforced insulation shall be dimensioned as specified in Table 2 corresponding to the rated impulse voltage but one step higher in the preferred series of values in 4.2.3 of Part 1 than that specified for basic insulation. If the impulse withstand voltage required for basic insulation according to 4.3.3.4.2 of this Part 5 is other than a value taken from the preferred series, reinforced insulation shall be dimensioned to withstand 160 % of the impulse withstand voltage required for basic insulation.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

NOTE 1 The limitation to distances equal to or less than 2 mm applies to basic or supplementary insulation. The total distance of a reinforced or double insulation may be larger than 2 mm.

NOTE 2 In a coordinated system, clearances above the minimum required are unnecessary for a required impulse withstand voltage. However, it may be necessary, for reasons other than insulation coordination, to increase clearances (for example due to mechanical influences). In such instances, the test voltage is to remain based on the rated impulse voltage of the equipment, otherwise undue stress of associated solid insulation may occur.

With respect to steady-state voltages, recurring peak voltages and temporary overvoltages clearances of reinforced insulation shall be dimensioned as specified in Table 3 to withstand 160 % of the withstand voltage required for basic insulation.

For equipment provided with double insulation where basic insulation and supplementary insulation cannot be tested separately, the insulation system is considered as reinforced insulation.

NOTE 3 When dimensioning clearances to accessible surfaces of insulating material, such surfaces are assumed to be covered by metal foil. Further details can be specified by technical committees.

5.2.7 Isolating distances

See 8.3.2 of IEC 61140.

5.3 Dimensioning of creepage distances

5.3.1 General

The dimensioning of creepage distances shall be carried out taking into account 5.3.2. The distance values obtained from Table 4 with respect to tracking, and Table 5 with respect to flashover, are compared and the largest shall be selected (see dimensioning diagrams in Annex C).

5.3.2 Influencing factors

5.3.2.1 General

The following influencing factors are taken into account with respect to tracking:

– voltage according to 4.3.2 (see also 5.3.2.2 of this Part 5);
– pollution degrees within the micro-environment (see 4.6.2 of Part 1 and 5.3.2.3 of this Part 5);
– orientation and location of creepage distance (see 5.2.2.4 of Part 1);
– characteristics of the insulating materials (see 4.8.2 of this Part 5).

The following influencing factors are taken into account with respect to flashover across the surface of the insulating material:

– voltage according to 4.3.3 (see also 5.3.2.2 of this Part 5);
– humidity levels within the micro-environment (see 4.6.4 of this Part 5);
– characteristics of the insulating materials (see 4.8.2 and 4.8.6 of this Part 5);
– orientation and location of creepage distance (see 5.2.2.4 of Part 1);
– altitude. The creepage dimensions specified in Table 5 give sufficient impulse withstand capability for equipment for use in altitudes up to 2 000 m. For equipment for use in higher altitudes, 5.2.4 of this Part 5 applies.

5.3.2.2 Voltage

The basis for the determination of a creepage distance with regard to tracking is the long-term r.m.s. value of the voltage existing across it. This voltage is as follows:

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– the working voltage for functional insulation (see 5.3.3 of this Part 5);
– the rated insulation voltage or the rated voltage for basic, supplementary and reinforced insulation (see 5.3.4 of this Part 5).

With regard to flashover, the basis for the determination of a creepage distance is the peak value of the relevant voltage according to Table 5 (see 5.3.2.3.4 of this Part 5). The peak voltage is the maximum value of any voltage expected to occur across the creepage distance, which is

– for functional insulation, the maximum peak value of any voltage expected to occur across the creepage distance, under rated conditions of the equipment;
– for basic insulation directly exposed to or significantly influenced by transient overvoltages from the supply mains (see 4.3.3.3 of Part 1, 4.3.3.4.1 of Part 1 and 5.2.6 of this Part 5) or by recurring peak voltages, the maximum peak value according to any of the voltage ratings of the equipment;
– for other basic insulation (see 4.3.3.4.2 of this Part 5), the maximum peak value of any voltage that can occur in the circuit;
– for reinforced insulation, see 5.3.4 of this Part 5.

5.3.2.3 Dimensioning criteria with respect to climatic conditions

5.3.2.3.1 General

The influence of climatic conditions in the micro-environment, in terms of the humidity levels specified in 4.6.4, is taken into account in Table 5. The following criteria shall be considered for dimensioning:

– minimum insulation resistance (see 5.3.2.3.2);
– failure due to tracking (see 5.3.2.3.3);
– flashover (see 5.3.2.3.4).

NOTE In an equipment, different micro-environmental conditions can exist.

5.3.2.3.2 Dimensioning to maintain insulation resistance

The insulation resistance is taken into account for dimensioning when a maximum leakage current between live parts or between live parts and an accessible surface of equipment is specified by technical committees. The same applies for functional insulation when insufficient insulation resistance could lead to excessive leakage current impairing proper functioning of the equipment.

Guidance information and data for equipment design are given in Annex A.

NOTE Creepage distances having such dimensioning are not liable to track, since the energy of any scintillations is sufficiently low and the CTI of the material is not relevant.

5.3.2.3.3 Dimensioning to avoid failure due to tracking

In order to avoid failure due to tracking, creepage distances shall be dimensioned as specified in Table 4.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 4 – Creepage distances to avoid failure due to tracking

Voltage r.m.s a) V	Minimum creepage distances b)				
	Pollution degree 1	Pollution degree 2	Pollution degree 3		
	All material groups	All material groups, except IIIb	Material group		
			I	II	IIIa
	mm	mm	mm	mm	mm
≤40	0,025	0,040	1,00	1,00	1,00
50	0,025	0,040	1,00	1,00	1,00
63	0,040	0,063	1,00	1,00	1,00
80	0,063	0,10	1,00	1,10	1,25
100	0,10	0,16	1,25	1,40	1,60
125	0,16	0,25	1,60	1,80	2,00
160	0,25	0,40	2,00	2,20 c)	See Part 1
200	0,40	0,63	See Part 1	See Part 1	
250	0,56	1,0			
320	0,75	1,6			
400	1,0	2,0			
500	1,3	See Part 1			
630	1,8				
800	2,4 c)				

a) This voltage is

– *for functional insulation*:
the working voltage;

– *for basic and supplementary insulation of the circuit energized directly from the supply mains (see 4.3.2.2.1 of this Part 5)*:
the voltage rationalized from Tables F.3a or F.3b of Part 1, based on the rated voltage of the equipment, or the rated insulation voltage;

– *for basic and supplementary insulation of systems, equipment and internal circuits not energized directly from the supply mains (see 4.3.2.2.2 of Part 1)*:
the highest r.m.s. voltage which can occur in the system, equipment or internal circuit, when supplied at rated voltage and operating under the most onerous combination of conditions within equipment rating.

b) For insulating materials that do not track, e.g. glass, ceramics or other inorganic insulating materials, creepage distances need not be greater than their associated clearance for the purpose of insulation coordination. The dimensions of Table 2 for inhomogeneous field conditions are appropriate. However, the behaviour with regard to flashover shall be taken into account according to 5.3.2.3.4 *of this Part 5.*

c) These values are only given to allow interpolation of the r.m.s. voltage from one step lower to a value corresponding to 2 mm (maximum value according to this standard).

NOTE The high precision for creepage distances given in Table 4 does not mean that the uncertainty of measurement is in the same order of magnitude.

5.3.2.3.4 Dimensioning to avoid flashover

In order to avoid flashover along the surface of the insulating material, dimensioning of creepage distances according to Table 5 is required.

For HL 1, dimensioning according to the clearances of Table 2 and Table 3 is applicable.

If creepage distances dimensioned according to Table 5 are stressed with steady-state voltages in excess of approximately 500 V (peak), partial discharges (corona) may be

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

expected. With respect to partial discharges, insulating materials are ranked in accordance with the water adsorption groups (see 5.3.2.3.5).

NOTE Partial discharges at the polluted surface of the insulating material are caused by local micro-disturbances of the field distribution in the surface layer. These partial discharges (corona) are different from partial discharges inside solid insulation and have a lower inception level of 500 V (peak) compared to 700 V (peak) for partial discharges inside solid insulation.

As the dimensions in Table 5 are valid for altitudes up to 2 000 m above sea level, the altitude correction factors specified in Table A.2 of Part 1 are applicable for creepage distances to avoid flashover for altitudes above 2 000 m.

Table 5 – Creepage distances to avoid flashover

Peak voltage [a] kV	Minimum creepage distances in air up to 2 000 m above sea level							
	Humidity level							
	HL 2				HL 3			
	Water adsorption group				Water adsorption group			
	WAG 1 materials mm	WAG 2 materials mm	WAG 3 materials mm	WAG 4 materials mm	WAG 1 materials mm	WAG 2 materials mm	WAG 3 materials mm	WAG 4 materials mm
0,10					0,030	0,042	0,055	0,095
0,12	0,020	0,022	0,024	0,025	0,037	0,053	0,07	0,115
0,15	0,028	0,029	0,032	0,035	0,050	0,070	0,09	0,15
0,20	0,043	0,046	0,049	0,052	0,075	0,105	0,13	0,20
0,25	0,06	0,065	0,07	0,075	0,10	0,14	0,17	0,26
0,33	0,09	0,09	0,10	0,11	0,14	0,19	0,23	0,34
0,40	0,12	0,13	0,14	0,15	0,19	0,24	0,30	0,44
0,50	0,17	0,18	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,56
0,60	0,23	0,26	0,29	0,32	0,33	0,41	0,50	0,70
0,80	0,35	0,41	0,47	0,54	0,47	0,58	0,69	0,95
1,0	0,50	0,57	0,64	0,72	0,63	0,76	0,90	1,2
1,2	0,68	0,76	0,84	0,93	0,82	0,96	1,1	1,5
1,5	0,93	1,02	1,11	1,2	1,1	1,3	1,5	2,0
2,0	1,4	1,53	1,66	1,8	1,6	1,8	2,0	
2,5	1,9	2,10 [b]	2,25 [b]	2,4 [b]	2,1 [b]	2,4 [b]		
3,0	2,5 [b]							

[a] This voltage is

– *for functional insulation:*

the maximum peak value of any voltage expected to occur across the creepage distance, under rated conditions of the equipment;

– *for basic insulation directly exposed to or significantly influenced by overvoltages from the supply mains (see 4.3.3.3 of Part 1, 4.3.3.4.1 of Part 1 and 5.2.6 of this Part 5) or by recurring peak voltages:*

the maximum peak value according to any of the voltage ratings of the equipment;

– *for other basic insulation (see 4.3.3.4.2 of this Part 5)*:

the maximum peak value of any voltage that can occur in the circuit;

– *for reinforced insulation:*

see 5.3.4 of this Part 5.

[b] These values are only given to allow interpolation of the peak voltage from one step lower to a value corresponding to 2 mm (maximum value according to this standard).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.3.2.3.5 Water adsorption groups

The water adsorption characteristics of insulating materials are identified in water adsorption groups. The following materials have been classified until now:

– **WAG 1:** materials that have not shown a reduction in critical relative humidity with creepage distance:
  - polyester resin (thermoset), type 802;
  - melamine resin, type 150.

– **WAG 2:** materials that have not shown a reduction in critical relative humidity for creepage distances of 1 mm and above:
  - phenolic resin, type 31.5;
  - polycarbonate.

– **WAG 3:** materials that have not shown a reduction in critical relative humidity for creepage distances of 2,5 mm and above:
  - glass-epoxy laminate FR4;
  - polyimide film laminated to glass-epoxy laminate FR4;
  - phenolic resin paper laminate FR2;
  - polybutylen terephthalate.

– **WAG 4:** materials that have not shown a reduction in critical relative humidity for creepage distances of 6,3 mm and above:
  - ceramic (97 % Al_2O_3, unglazed);
  - polyester laminate GPO III.

5.3.2.4 Orientation and location of a creepage distance

Subclause 5.2.2.4 of Part 1 is applicable.

5.3.2.5 Shape of insulating surface

Not applicable.

5.3.2.6 Relationship to clearance

Creepage distances shall be dimensioned as specified in Table 4 with respect to tracking and in Table 5 with respect to flashover, the higher value being used. The resulting creepage distance cannot be less than the associated clearance, so that the shortest creepage distance possible is equal to the required clearance.

Creepage distances less than the clearances required by Table 2 for inhomogeneous field conditions may only be used under conditions of HL 1 and HL 2 when the creepage distance can withstand the voltage required for the associated clearance. The test to demonstrate that the creepage distance will withstand the voltage for the associated clearance shall take into account the altitude correction factor (see 6.1.2.2 of this Part 5).For application in HL 2 conditions, the impulse test has to be carried out under humid conditions.

NOTE 1 Examples of humid conditions for testing are given in Table A.1 of this Part 5.

NOTE 2 A test procedure for creepage distances in complete equipment under HL 2 conditions is described in the informative Annex D.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.3.2.7 Creepage distances where more than one material is used or more than one pollution degree occurs

Subclause 5.2.2.7 of Part 1 is applicable.

5.3.2.8 Creepage distances split by floating conductive part

Subclause 5.2.2.8 of Part 1 is applicable.

5.3.3 Dimensioning of creepage distances of functional insulation

Creepage distances of functional insulation shall be dimensioned as specified in Table 4 with respect to tracking and in Table 5 with respect to flashover, the higher value being used.

When the working voltage is used for dimensioning, it is allowed to interpolate values for intermediate voltages. When interpolating, linear interpolation shall be used and values shall be rounded to the same number of digits as the values picked up from the tables.

5.3.4 Dimensioning of creepage distances of basic, supplementary and reinforced insulation

Creepage distances of basic insulation and supplementary insulation shall be selected from Table 4 with respect to tracking, and Table 5 with respect to flashover, the higher value being used. The voltages used for dimensioning in Tables 4 and 5 are specified in 5.3.2.2 of this Part 5.

NOTE 1 For supplementary insulation, the humidity level, insulating material, mechanical stresses and environmental conditions of use may be different from those for basic insulation.

When the voltage specified in 4.3.2.2.2 of Part 1 is used for dimensioning, it is allowed to interpolate values for intermediate voltages. When interpolating, linear interpolation shall be used. In the case of interpolation, values shall be rounded to the same number of digits as the values picked up from the tables.

Creepage distances of double insulation are the sum of the values of the basic insulation and supplementary insulation which compose the double insulation system.

Creepage distances for reinforced insulation shall be twice the creepage distance for basic insulation.

NOTE 2 The limitation to distances equal to or less than 2 mm applies to basic or supplementary insulation. The total distance of a reinforced or double insulation may be larger than 2 mm.

NOTE 3 When dimensioning creepage distances to accessible surfaces of insulating material, such surfaces are assumed to be covered by metal foil. Further details can be specified by technical committees.

5.3.5 Reduction of creepage distances with the use of a rib (ribs)

This subclause is not applicable.

5.4 Requirements for design of solid insulation

5.4.1 General

Subclause 5.3.1 of Part 1 is applicable.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.4.2 Stresses

5.4.2.1 General

Subclause 5.3.2.1 of Part 1 is applicable.

5.4.2.2 Short-term stresses and their effects

5.4.2.2.1 Frequency of the voltage

Subclause 5.3.2.2.1 of Part 1 is applicable.

5.4.2.2.2 Heating

Subclause 5.3.2.2.2 of Part 1 is applicable.

5.4.2.2.3 Mechanical shock

Subclause 5.3.2.2.3 of Part 1 is applicable.

5.4.2.3 Long-term stresses and their effects

5.4.2.3.1 Partial discharges (PD)

Subclause 5.3.2.3.1 of Part 1 is applicable.

5.4.2.3.2 Heating

Subclause 5.3.2.3.2 of Part 1 is applicable.

5.4.2.3.3 Mechanical stresses

Subclause 5.3.2.3.3 of Part 1 is applicable.

5.4.2.3.4 Humidity

Subclause 5.3.2.3.4 of Part 1 is applicable.

5.4.2.4 Other stresses

Subclause 5.3.2.4 of Part 1 is applicable.

5.4.3 Requirements

5.4.3.1 General

Subclause 5.3.3.1 of Part 1 is applicable.

5.4.3.2 Withstand of voltage stresses

5.4.3.2.1 General

Subclause 5.3.3.2.1 of Part 1 is applicable.

5.4.3.2.2 Transient overvoltages

Basic and supplementary insulation shall have

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– an impulse withstand voltage requirement corresponding to the nominal of the mains voltage (see 4.3.3.3 of Part 1), and the relevant overvoltage category according to Table F.1 of Part 1 or
– an impulse withstand voltage of an internal circuit of an equipment which has been specified according to the transient overvoltages to be expected in the circuit (see 4.3.3.4 of this Part 5).

Reinforced insulation shall have an impulse withstand voltage corresponding to the rated impulse voltage but one step higher in the preferred series of values in 4.2.3 of Part 1 than that specified for basic insulation. If, according to 4.3.3.4.2 of this Part 5, the impulse withstand voltage required for basic insulation is other than a value taken from the preferred series, reinforced insulation shall be dimensioned to withstand 160 % of the value required for basic insulation.

For verification by testing, see 6.1.3.3 of this Part 5.

5.4.3.2.3 Temporary overvoltages

Basic and supplementary solid insulation shall withstand the following temporary overvoltages:

– short-term temporary overvoltages of U_n + 1 200 V with durations up to 5 s;
– long-term temporary overvoltages of U_n + 250 V with durations longer than 5 s;

where U_n is the nominal line-to-neutral voltage of the neutral-earthed supply system.

Reinforced insulation shall withstand twice the temporary overvoltages specified for basic insulation.

For verification by testing see 6.1.3.

NOTE 1 These values are from Clause 442 of IEC 60364-4-44, where U_n is called U_o.

NOTE 2 The values are r.m.s. values.

5.4.3.2.4 Recurring peak voltages

The maximum recurring peak voltages occurring on the low-voltage mains can be assumed provisionally to be $F_4 \times \sqrt{2}\, U_n$, i.e. 1,1 times the peak value at U_n. Where recurring peak voltages are present, the discharge extinction voltage shall be at least:

– $F_1 \times F_4 \times \sqrt{2}\, U_n$, i.e. 1,32 $\sqrt{2}\, U_n$ for each basic and supplementary insulation, and
– $F_1 \times F_3 \times F_4 \times \sqrt{2}\, U_n$, i.e. 1,65 $\sqrt{2}\, U_n$ for reinforced insulation.

NOTE $\sqrt{2}\, U_n$ is in neutral-earthed systems, the peak value of the line-to neutral fundamental (undistorted) voltage at nominal voltage of mains. The application of the multiplying factors used in this subclause is described in Clause D.4 of Part 1.

For an explanation of factors *F*, see 6.1.3.5 of this Part 5.

In internal circuits, the highest recurring peak voltages have to be evaluated in place of $F_4 \times \sqrt{2}\, U_n$ and solid insulation shall meet the requirements correspondingly.

For verification by testing see 6.1.3.5 of this Part 5.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.4.3.2.5 High-frequency voltage

For voltages with frequencies above power frequency, the influence of frequency according to 5.4.2.2.1 and 5.4.2.3.1 of this Part 5 shall be taken into account. Frequencies above 1 kHz shall be considered as high frequencies within the scope of this standard.

Technical committees shall specify whether a test according to 6.1.3.7 is necessary.

5.4.3.3 Withstand of short-term heating stresses

Subclause 5.3.3.3 of Part 1 is applicable.

5.4.3.4 Withstand of mechanical stresses

Subclause 5.3.3.4 of Part 1 is applicable.

5.4.3.5 Withstand of long-term heating stresses

Subclause 5.3.3.5 of Part 1 is applicable.

5.4.3.6 Withstand of the effects of humidity

Subclause 5.3.3.6 of Part 1 is applicable.

5.4.3.7 Withstand of other stresses

Subclause 5.3.3.7 of Part 1 is applicable.

6 Tests and measurements

6.1 Tests

6.1.1 General

The following test procedures apply to type testing, so that a possible deterioration of the test specimen may be tolerated. It is assumed that further use of the test specimen is not intended.

NOTE 1 If further use of the test specimen is intended or required, particular consideration is necessary by the technical committee. In such cases, any high-voltage test should be combined with a partial discharge measurement according to 6.1.3.5 of this Part 5 and Annex C of Part 1.

Test procedures are specified for

– the verification of clearances (see 6.1.2),
– the verification of solid insulation (see 6.1.3),
– dielectric tests on complete equipment (see 6.1.4) and
– other tests (see 6.1.5 of Part 1).

The stresses for clearances and solid insulation caused by transient overvoltages are assessed by the impulse voltage test, which may be substituted by an a.c. voltage test or a d.c. voltage test. Clearances equal to or larger than case A of Table 2 may be verified by measurement or by a voltage test. If they are smaller than the values according to the values of case A of Table 2, they have to be verified by a voltage test.

The ability of solid insulation to withstand the voltage stresses be verified by a voltage test in any case. The stresses caused by transient overvoltages are assessed by the impulse voltage test, which may be substituted by an a.c. voltage test or a d.c. voltage test. The stresses caused by an a.c. steady-state voltage stress can only be assessed by an a.c. voltage test. The d.c. voltage test with a test voltage equal to the peak value of the a.c. voltage is not fully

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

equivalent to the a.c. voltage test, due to the different withstand characteristics of solid insulation for these types of voltages. However in case of a pure d.c. voltage stress, the d.c. voltage test is appropriate.

NOTE 2 Whilst it is possible to substitute an impulse voltage test for clearances by an a.c. voltage test or by a d.c. voltage test, it is, in principle, not possible to substitute an a.c. voltage test for solid insulation by an impulse voltage test. The main reasons for this are the different propagation of the impulse voltages compared to power frequency voltages, especially in complex circuits, and the dependency of the withstand characteristics of solid insulation on the shape and the duration of the voltage stress.

6.1.2 Test for verification of clearances

6.1.2.1 General

When electrical equipment is subjected to electric tests for verifying clearances, the test shall be in accordance with withstand voltage requirements specified in 5.2 of this Part 5. The appropriate test for the verification of clearances is the impulse voltage test, but as stated in 5.2.3 of this Part 5, an impulse voltage test is only required for clearances smaller than case A values of Table 2.

If the withstand against steady-state voltages, recurring peak voltages or temporary overvoltages according to 5.2 is decisive for the dimensioning of clearances, and if those clearances are smaller than the case A values of Table 3, an a.c. voltage test according to the test in 6.1.2.2.2.2 of Part 1 is required.

When verifying clearances within equipment by an impulse voltage test, it is necessary to ensure that the specified impulse voltage appears at the clearance under test.

NOTE 1 The electric testing of clearances will also stress the associated solid insulation.

NOTE 2 For some cases, these tests also have to be applied to creepage distances, see 5.3.2.6 of this Part 5.

NOTE 3 For testing complete equipment, see 6.1.4 of this Part 5.

6.1.2.2 Test voltages

6.1.2.2.1 Impulse voltage dielectric test

6.1.2.2.1.1 General

The purpose of this test is to verify that clearances will withstand specified transient over-voltages. The impulse withstand test is carried out with a voltage having a 1,2/50 µs waveform with the values specified in Table F.5 of Part 1. For the waveform, 6.1 and 6.2 of IEC 61180-1 apply. It is intended to simulate overvoltages of atmospheric origin and covers overvoltages due to switching of low-voltage equipment.

Due to the scatter of the test results of any impulse voltage test, the test shall be conducted for a minimum of three impulses of each polarity with an interval of at least 1 s between pulses.

NOTE 1 The output impedance of the impulse generator should not be higher than 500 Ω. When carrying out tests on equipment incorporating components across the test circuit, a much lower virtual impulse generator impedance should be specified (see 9.2 in IEC 61180-2). In such cases, possible resonance effects, which can increase the peak value of the test voltage, should be taken into account when specifying test voltage values.

Technical committees may specify alternative dielectric tests according to 6.1.2.2.2 of this Part 5.

NOTE 2 Values given in Table F.5 of Part 1 are derived from the calculation in 6.1.2.2.1.3 of Part 1. For accuracy of information, they are given with a high level of precision. For practical application technical committees may choose to round the values.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.1.2.2.1.2 Selection of impulse test voltage

If an electric test for insulation coordination of equipment with respect to clearances is required (for clearances smaller than case A as specified in Table 2), the equipment shall be tested with the impulse test voltage corresponding to the rated impulse voltage specified in accordance with 4.3.3 of this Part 5. The impulse test voltages of Table F.5 of Part 1 apply.

For the test conditions, technical committees shall specify temperature and humidity values.

Technical committees shall consider whether sampling tests or routine tests have to be carried out in addition to type tests.

6.1.2.2.1.3 Explanations to Table F.5 of Part 1

Subclause 6.1.2.2.1.3 of Part 1 is applicable.

6.1.2.2.2 Alternatives to impulse voltage dielectric tests

6.1.2.2.2.1 General

Technical committees may specify an a.c. or d.c. voltage test for particular equipment as an alternative method.

NOTE While tests with a.c. and d.c. voltages of the same peak value as the impulse test voltage specified in Table F.5 of Part 1 verify the withstand capability of clearances, they more highly stress solid insulation because the voltage is applied for longer duration. They can overload and damage certain solid insulations. Technical committees should therefore consider this when specifying tests with a.c. or d.c. voltages as an alternative to the impulse voltage test given in 6.1.2.2.1 of this Part 5.

6.1.2.2.2.2 Dielectric test with a.c. voltage

Subclause 6.1.2.2.2.2 of Part 1 is applicable.

6.1.2.2.2.3 Dielectric test with d.c. voltage

Subclause 6.1.2.2.2.3 of Part 1 is applicable.

6.1.3 Tests for verification of solid insulation

6.1.3.1 Selection of tests

Solid insulation that may be subjected to mechanical stresses during operation, storage, transportation or installation shall be tested with respect to vibration and mechanical shock before dielectric testing. Technical committees may specify test methods.

NOTE Standard test methods are specified in the relevant part of IEC 60068.

The tests for insulation coordination are type tests. They have the following objectives:

a) The impulse voltage withstand test is to verify the capability of the solid insulation to withstand the rated impulse voltage (see 5.4.3.2.2).

b) The a.c. voltage test is to verify the capability of the solid insulation to withstand
   - the short-term temporary overvoltage (see 5.4.3.2.3),
   - the highest steady-state voltage,
   - the recurring peak voltage (see 5.4.3.2.4).

   If the peak value of the a.c. test voltage is equal to or higher than the rated impulse voltage, the impulse voltage test is covered by the a.c. voltage test.

   Solid insulation has a different withstand characteristic compared to clearances if the time of stress is being increased. In general the withstand capability will be decreased

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

significantly. Therefore the a.c. voltage test, which is specified for the verification of the withstand capability of solid insulation, is not allowed to be replaced by an impulse voltage test.

c) The partial discharge test is to verify that no partial discharges are maintained in the solid insulation
   – at the highest steady-state voltage,
   – at the long-term temporary overvoltage (see 5.4.3.2.3),
   – at the recurring peak voltage (see 5.4.3.2.4).

d) The high-frequency voltage test is to verify the absence of failure due to dielectric heating according to 5.4.3.2.5.

Technical committees shall specify which type tests are required for the respective stresses occurring in the equipment.

Partial discharge tests for solid insulation shall be specified if the peak value of the voltages listed under c) exceeds 700 V and if the average field strength is higher than 1 kV/mm. The average field strength is the peak voltage divided by the distance between two parts of different potential.

The above tests may also be suitable as sample or routine tests. It is, however, the responsibility of the technical committees to specify which tests shall be performed as sample and routine tests in order to ensure the quality of the insulation during production. The tests, and conditioning as appropriate, shall be specified with test parameters adequate to detect faults without causing damage to the insulation.

When performing tests on complete equipment, the procedure of 6.1.4 of this Part 5 applies.

6.1.3.2 Conditioning

Subclause 6.1.3.2 of Part 1 is applicable.

6.1.3.3 Impulse voltage test

6.1.3.3.1 Test method

The methods for impulse voltage testing of 6.1.2.2.1 of this Part 5 apply also to solid insulation, except that the altitude correction factors as listed in Table F.5 of Part 1 are not applicable. The test shall be conducted for five impulses of each polarity with an interval of at least 1 s between impulses. The waveshape of each impulse shall be recorded (see 6.1.3.3.2 of Part 1).

6.1.3.3.2 Acceptance criteria

Subclause 6.1.3.3.2 of Part 1 is applicable.

6.1.3.4 AC power frequency voltage test

6.1.3.4.1 Test method

The waveshape of the sinusoidal power frequency test voltage shall be substantially sinusoidal. This requirement is fulfilled if the ratio between the peak value and the r.m.s. value is $\sqrt{2}$ ± 3 %. The peak value shall be equal to the highest of the voltages mentioned in 6.1.3.1 b) of this Part 5.

For basic insulation and supplementary insulation, the test voltage has the same value as the voltages mentioned in 6.1.3.1 b). For reinforced insulation, the test voltage is twice the value used for basic insulation.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The a.c. test voltage shall be raised uniformly from 0 V to the value specified in 5.4.3.2 within not more than 5 s and held at that value for at least 60 s.

In those cases where the short-term temporary overvoltage does lead to the most stringent requirements with respect to the amplitude of the test voltage, a reduction of the duration of the test to a minimum value of 5 s can be considered by technical committees.

NOTE 1 For particular types of insulation, longer periods of testing can be required to detect weakness within the solid insulation.

NOTE 2 In case of testing with respect to high, steady-state stresses including high recurring peak voltage, technical committees should consider introducing a safety margin on the test voltage.

In some cases the a.c. test voltage needs to be substituted by a d.c. test voltage of a value equal to the peak value of the a.c. voltage, however this test will be less stringent than the a.c. voltage test. Technical committees shall consider this situation (see 6.1.3.6).

Test equipment is specified in IEC 61180-2. It is recommended that the short-circuit output current of the generator is not less than 200 mA.

NOTE 3 For test voltages exceeding 3 kV, it is sufficient that the rated power of the test equipment is equal to or greater than 600 VA.

The tripping current of the generator shall be adjusted to a tripping current of 100 mA or, for test voltages above 6 kV, to the highest possible value.

NOTE 4 For routine testing, the tripping current may be adjusted to lower levels but not less than 3,5 mA.

6.1.3.4.2 Acceptance criteria

No breakdown of solid insulation shall occur.

6.1.3.5 Partial discharge test

6.1.3.5.1 General

The waveshape of the sinusoidal power frequency test voltage shall be substantially sinusoidal. This requirement is fulfilled if the ratio between the peak value and the r.m.s. value is $\sqrt{2}$ ± 3 %. The peak value of U_t (see Figure 1) shall be equal to the highest of the voltages mentioned in 6.1.3.1 c), taking into account the multiplying factors F_1, F_3 and F_4 as far as applicable.

Partial discharge test methods are described in Annex C of Part 1. When performing the test, the following multiplying factors apply. These examples are given for the recurring peak voltage U_{rp}, the factors similarly apply to the highest steady-state voltage and to the long-term temporary overvoltage.

F_1 Basic safety factor for PD testing and dimensioning basic and supplementary insulation.

The PD extinction voltage may be influenced by environmental conditions, such as temperature. These influences are taken into account by a basic safety factor F_1 of 1,2. The PD extinction voltage for basic or supplementary insulation is therefore at least 1,2 U_{rp}.

F_2 PD hysteresis factor.

Hysteresis occurs between the PD inception voltage U_i and the PD extinction voltage U_e. Practical experience shows that F_2 is not greater than 1,25. For basic and supplementary insulation, the initial value of the test voltage is therefore $F_1 \times F_2 \times U_{rp}$, i.e. 1,2 × 1,25 U_{rp} = 1,5 U_{rp}.

NOTE This takes into account that PD might be initiated by transient overvoltages exceeding U_i and could be maintained, for example, by values of the recurring peak voltage exceeding U_e. This situation would require the combination of impulse and a.c. voltages for the test, which is impractical. Therefore, an a.c. test is performed with an initially increased voltage.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

F_3 Additional safety factor for PD testing and dimensioning reinforced insulation.

For reinforced insulation a more stringent risk assessment is required. Therefore, an additional safety factor F_3 = 1,25 is required. The initial value of the test voltage is $F_1 \times F_2 \times F_3 \times U_{rp}$, i.e. 1,2 × 1,25 × 1,25 U_{rp} = 1,875 U_{rp}.

F_4 Factor covering the deviation from the nominal voltage U_n of the low-voltage mains.

For circuits connected to the low-voltage mains, this factor takes into account the maximum deviation of the mains voltage from its nominal value. Therefore the crest voltage at nominal voltage U_n is to be multiplied by F_4 = 1,1.

6.1.3.5.2 Verification

The test is to verify that no partial discharges are maintained at the highest of the following values:

– the peak value of the maximum steady-state voltage;

– the peak value of the long-term temporary overvoltage (see 5.4.3.2.3);

– the recurring peak voltage (see 5.4.3.2.4).

NOTE For cases where, additionally, the actual values of PD inception and extinction voltage are of interest, the measuring procedure is described in Clause D.1 of Part 1.

When testing, the PD test is generally applied to components, small assemblies and small equipment. When testing complex equipment, care shall be taken to allow for excessive attenuation of PD signals when measured at the equipment terminals.

The minimum required discharge extinction voltage shall be higher, by factor F_1, than the highest of the voltages listed above.

According to the kind of test specimen, technical committees shall specify

– the test circuit (Clause C.1 of Part 1),

– the measuring equipment (C.3 of Part 1 and D.2 of Part 1),

– the measuring frequency (C.3.1 of Part 1 and D.3.3 of Part 1),

– the test procedure (6.1.3.5.3 of this Part 5).

6.1.3.5.3 Test procedure

The value of the test voltage U_t is 1,2 times the required partial discharge extinction voltage U_e. According the partial discharge hysteresis (see 6.1.3.5.1) an initial value of 1,25 times the test voltage shall be applied.

The voltage shall be raised uniformly from 0 V up to the initial test voltage $F_2 \times U_t$, i.e. $F_1 \times F_2$ = 1,2 × 1,25 = 1,5 times the highest of the voltages listed under 6.1.3.5.2. It is then kept constant for a specified time t_1 not exceeding 5 s. If no partial discharges have occurred, the test voltage is reduced to zero after t_1. If a partial discharge has occurred, the voltage is decreased to the test voltage U_t, which is kept constant for a specified time t_2 until the partial discharge magnitude is measured.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

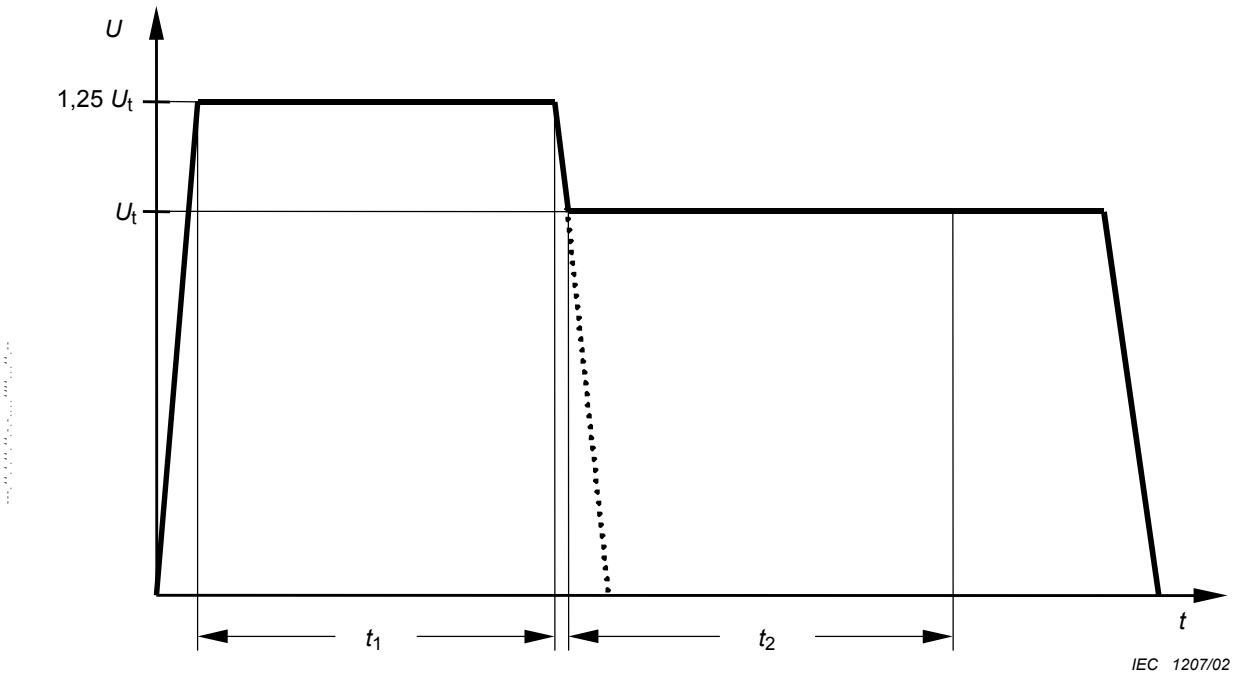


Figure 1 – Test voltages

6.1.3.5.4 Acceptance criteria

Subclause 6.1.3.5.4 of Part 1 is applicable.

6.1.3.6 DC voltage test

The d.c. voltage test with a test voltage equal to the peak value of the a.c. voltage is not fully equivalent to the a.c. voltage test due to the different withstand characteristics of solid insulation for these types of voltages. However, in case of a pure d.c. voltage stress, the d.c. voltage test is appropriate.

The d.c. test voltage shall be substantially free of ripple. This requirement is fulfilled if the ratio between the peak values of the voltage and the average value is 1,0 ± 3 %. The average value of the d.c. test voltage shall be equal to the peak value of the a.c. test voltage mentioned in 6.1.3.1 b).

For basic insulation and supplementary insulation, the test voltage has the same value as the voltages mentioned in 6.1.3.1 b). For reinforced insulation, the test voltage is twice the value used for basic insulation.

The d.c. test voltage shall be raised uniformly from 0 V to the value specified in 5.4.3.2 within not more than 5 s and held at that value for at least 60 s.

NOTE 1 In certain cases, due to capacitances, the charging current may be too high and a longer rise time may be necessary.

Test equipment is specified in IEC 61180-2. It is recommended that the short-circuit output current of the generator is not less than 200 mA.

NOTE 2 For test voltages exceeding 3 kV, it is sufficient that the rated power of the test equipment is equal to or greater than 600 VA.

The tripping current of the generator shall be adjusted to a tripping current of 100 mA or, for test voltages above 6 kV, to the highest possible value.

NOTE 3 For routine testing, the tripping current may be adjusted to lower levels but not less than 10 mA.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.1.3.7 High-frequency voltage test

For high-frequency voltages according to 5.4.3.2.5, additional or alternative a.c. voltage tests according to 6.1.3.4, or partial discharge tests according to 6.1.3.5, may be necessary.

NOTE Information about the withstand characteristics of insulation at high frequency and methods of testing is given in IEC 60664-4.

6.1.4 Performing dielectric tests on complete equipment

6.1.4.1 General

Subclause 6.1.4.1 of Part 1 is applicable.

6.1.4.2 Parts to be tested

Subclause 6.1.4.2 of Part 1 is applicable.

6.1.4.3 Preparation of equipment circuits

Subclause 6.1.4.3 of Part 1 is applicable.

6.1.4.4 Test voltage values

Circuits connected to the low-voltage mains are tested according to 6.1.2 and 6.1.3 of this Part 5.

The test voltage between two circuits of the equipment shall have the value corresponding to the highest voltage that actually can occur between these circuits.

6.1.4.5 Test criteria

Subclause 6.1.4.5 of Part 1 is applicable.

6.1.5 Other tests

Subclause 6.1.5 of Part 1 applies.

6.1.6 Measurement accuracy of test parameters

Subclause 6.1.6 of Part 1 applies.

6.2 Measurement of creepage distances and clearances

Subclause 6.2 of Part 1 applies with the exception that, for the purposes of this standard, only Examples 1, 5, and 11 apply.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex A
(informative)

Dimensioning to maintain minimum insulation resistance

A.1 Introductory remark

This annex gives information on the dimensioning of creepage distances in order to maintain adequate insulation resistance for r.m.s. voltages up to 10 000 V, which relate to creepage distances up to 250 mm. Although the scope of this Part 5 is limited to distances up to 2 mm, this information is provided, since this characteristic of creepage distance is based on humidity levels and not on pollution degrees.

A.2 Correlation between minimum insulation resistance and humidity levels

Compliance with specified maximum leakage current or minimum insulation resistance requirements can be checked using the resistance values of Table A.1 and taking into account the maximum relative humidity to be expected at the surface of the insulation. The values of Table A.1 are based on research data for creepage distances given in Table A.2 between parallel conductors having a length of 50 mm. For other longitudinal dimensions, the insulation resistance can be assumed to have an inversely proportional relationship.

The values of Table A.1 show the relationship between humidity levels and relative humidity of the micro-environment and are valid as long as there is no condensation on the surface of the insulation.

Table A.1 – Minimum insulation resistance

Humidity level	Relative humidity		Minimum insulation resistance
	Continuously %	Short time %	Ω
HL 2 a)	≤75	≤75	$>10^6$
HL 2	≤75	≤85	$>10^5$
HL 3	≤95	≤95	$>10^4$
NOTE 1 A relative humidity higher than 95 % that exists for an extended period can result in a further reduction of the insulation resistance. In general, however, the insulation resistance will remain above 10^3 Ω. NOTE 2 Values for minimum insulation resistance apply to worst case conditions. The average minimum values are at least one order of magnitude higher. NOTE 3 Test results show that the insulation resistance will be reduced by about two orders of magnitude if the relative humidity is increased from 50 % to 75 %. Increasing the relative humidity from 75 % to 95 % will further reduce the insulation resistance by about two orders of magnitude.			
a) The minimum insulation resistance of $>10^6$ Ω can only be maintained under the condition of HL 2 if the relative humidity does not exceed 75 % even for short times.			

A.3 Dimensioning

The dimensions in Table A.2 and Table 5 apply for the highest humidity specified in Table A.1. Humidity above 95 %, or condensation, while voltage is applied across the creepage distance, will lead to a permanently decreased insulation resistance.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The minimum dimensions for creepage distances in Table A.2 have been assessed by evaluation of systematically collected data and calculated for an anticipated lifetime of equipment of at least 15 years under continuous voltage stress.

Table A.2 – Creepage distances to maintain minimum insulation resistance

Voltage r.m.s.[a] V	**Minimum creepage distances**			
	Humidity level			
	HL 2 d.c. voltage mm	**HL 2 a.c. voltage** mm	**HL 3 d.c. voltage** mm	**HL 3 a.c. voltage** [b] mm
≤40			1,0	1,00
50			1,0	1,25
63	0,16	0,16	1,0	1,6
80	0,19	0,19	1,2	2,0
100	0,22	0,22	1,4	2,5
125	0,25	0,27	1,6	3,1
160	0,30	0,42	1,9	4,0
200	0,35	0,66	2,2	5,0
250	0,40	1,0	2,5	6,3
320	0,63	1,6	3,2	8,0 [c]
400	1,0	2,5	4,0	10,0
500	1,5	4,0	5,0	12,5
630	2,5	6,3	6,3	16
800	4,0 [c]	8,0 [c]	8,0 [c]	20
1 000	5,0	10,0	10,0	25
1 250	6,3	12,5	12,5	32
1 600	8,0	16	16	40
2 000	10,0	20	20	50
2 500	12,5	25	25	63
3 200	16	32	32	80
4 000	20	40	40	100
5 000	25	50	50	125
6 300	32	63	63	160
8 000	40	80	80	200
10 000	50	100	100	250

[a] This voltage is

– *for functional insulation:*

the working voltage;

– *for basic and supplementary insulation of circuits energized directly from the supply mains (see 4.3.2.2.1 of this Part 5):*

the voltage rationalized through Table F.3a of Part 1 or Table F.3b of Part 1, based on the rated voltage of the equipment, or

the rated insulation voltage;

– *for basic and supplementary insulation of systems, equipment and internal circuits not energized directly from the mains (see 4.3.2.2.2 of Part 1):*

the highest r.m.s. voltage which can occur in the system, equipment or internal circuit when supplied at rated voltage and under the most onerous combination of conditions of operation within equipment rating.

[b] Glass-epoxy laminate (FR4) and polycarbonate should not be used under these conditions.

[c] These values and those for higher voltages have been determined by linear extrapolation of research data.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex B
(normative)

Water adsorption test

B.1 Object

For the dimensioning of creepage distances with respect to flashover, the water adsorption characteristics of the insulating material are relevant. According to the impulse withstand capability of the surfaces of the various insulating materials under humidity, the water adsorption groups WAG 1, WAG 2, WAG 3 and WAG 4 have been established. The object of this test is to evaluate the relevant water adsorption group for the surface of insulating materials by determining the critical relative humidity.

B.2 Withstand characteristics of creepage distances under high humidity

The voltage withstand capability of creepage distances may be significantly reduced by high humidity. Under these conditions, water may be adsorbed on the surface of the insulating material. The smaller the creepage distance, the greater the influence of this phenomenon.

B.3 Test method

B.3.1 Test sample

A new sample of insulating material approximately 1,5 mm thick, and with dimensions and electrode configuration according to Figure B.1 shall be used. It can be prepared by printed wiring board processing methods, in which case appropriate cleaning is essential since production residues can significantly influence the test results. The test results for all measuring points shall be included in the evaluation of the test.

NOTE If the test sample cannot be prepared by printed wiring board processing methods, a piece of material with a flat surface may be used with the plane electrodes as shown in Figure B.1 pressed onto the surface. A minimum of 10 tests should be carried out at different places on the same test sample in order to take into account the scattering of the critical relative humidity caused by inhomogeneous structure of compound materials. The average value of the results is calculated as long as the scatter is acceptable.

B.3.2 Measurement of the impulse withstand voltage

The test circuit is shown in Figure B.2. The test voltage of negative polarity is provided by an impulse generator having a voltage waveform of 1,2/50 µs (see IEC 61180-1) and an output impedance between 50 Ω and 500 Ω. The test sample is placed in the climatic cabinet and the relative humidity is set to the appropriate value. The test sample is energized by the impulse generator. The statistical scatter of the impulse withstand voltage can be reduced by UV illumination, provided for instance by a mercury vapour lamp. There is no need for UV illumination if 10 to 20 successive flashover tests are conducted, preferably on the same sample. In this case, the scatter of the flashover voltages is analysed and the withstand voltage is the lower limit (3σ – value). The applied test voltage can be measured using a high-voltage probe and a digital storage oscilloscope.

NOTE The test procedure may be controlled by a computer if the suitable interface is provided.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

B.3.3 Test procedure

Samples are prepared with electrode spacings of 6,3 mm, 2,5 mm, 1 mm, 0,4 mm and 0,16 mm as shown in Figure B.1. The samples should take into account the influence of manufacturing processes on the surface of the material, e.g. moulding or machining.

The following procedure is proposed:

The test sample is maintained at a temperature of (25 ± 1) °C and a relative humidity of (70 ± 3) % for at least 4 h. After this conditioning the impulse withstand voltage is measured according to B.3.2 at different values of relative humidity.

The initial relative humidity is 70 % and is increased as fast as possible in steps of 5 % up to a maximum value of 95 %. At each step the impulse withstand voltage is measured. The critical humidity is reached when the impulse withstand voltage has dropped to 95 % of its value at 70 % relative humidity.

Voltage impulses with increasing amplitudes are applied across each electrode spacing until flashover occurs. The impulse withstand voltage is evaluated according to B.3.2.

Critical relative humidity is determined for each spacing and its water adsorption group established in accordance with 5.3.2.3.5. Graphical presentation of the test results of the critical relative humidity for the materials listed in 5.3.2.3.5 is shown in Figure B.3.

NOTE 1 The test sample according to Figure B.1 contains several measuring points for each distance allowing for some initial testing for voltage adjustment.

NOTE 2 Figure B.3 is based on smaller humidity steps of 1 %.

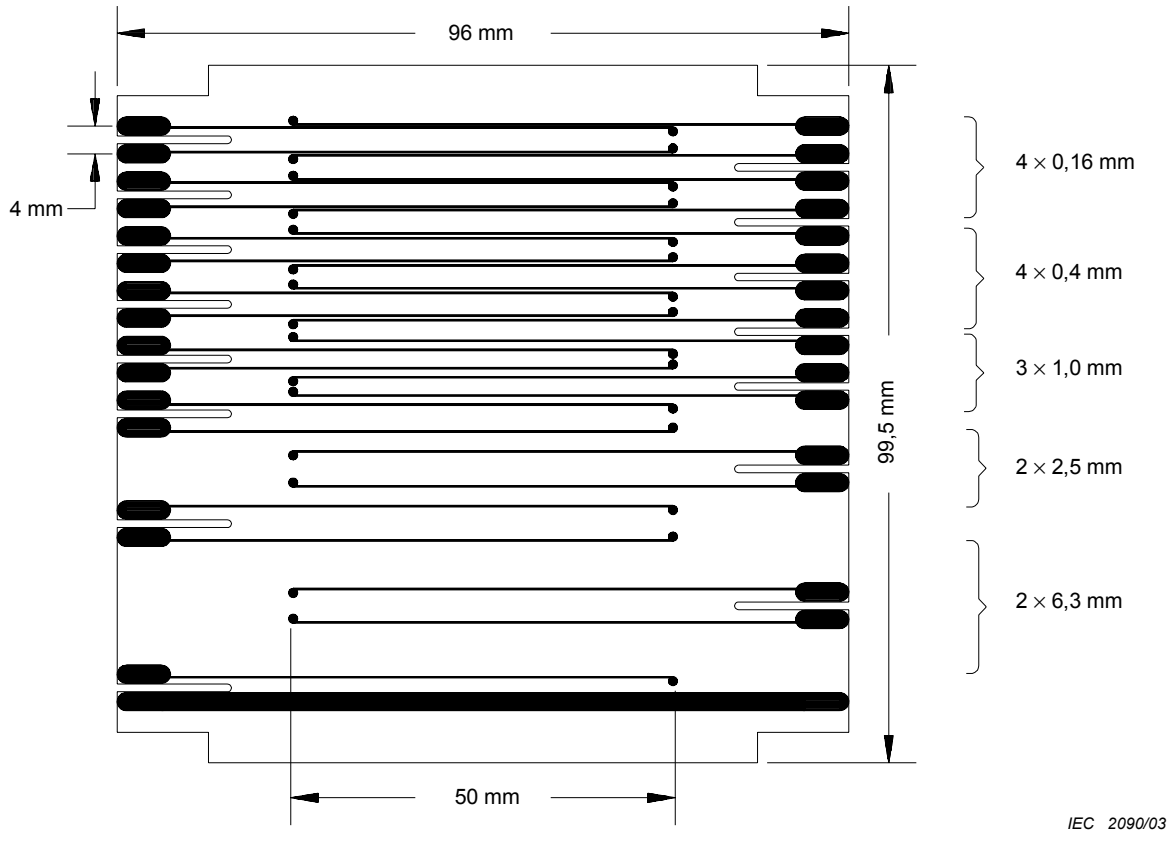
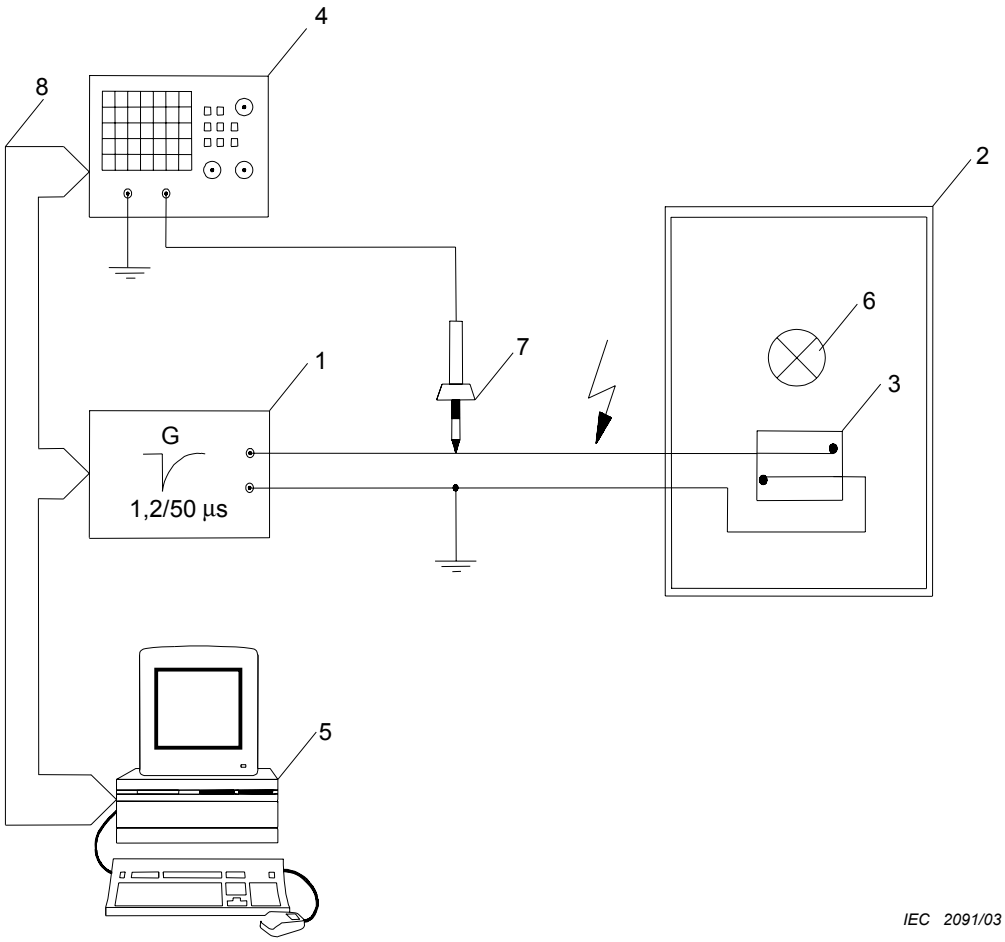


Figure B.1 – Layout of the test sample

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

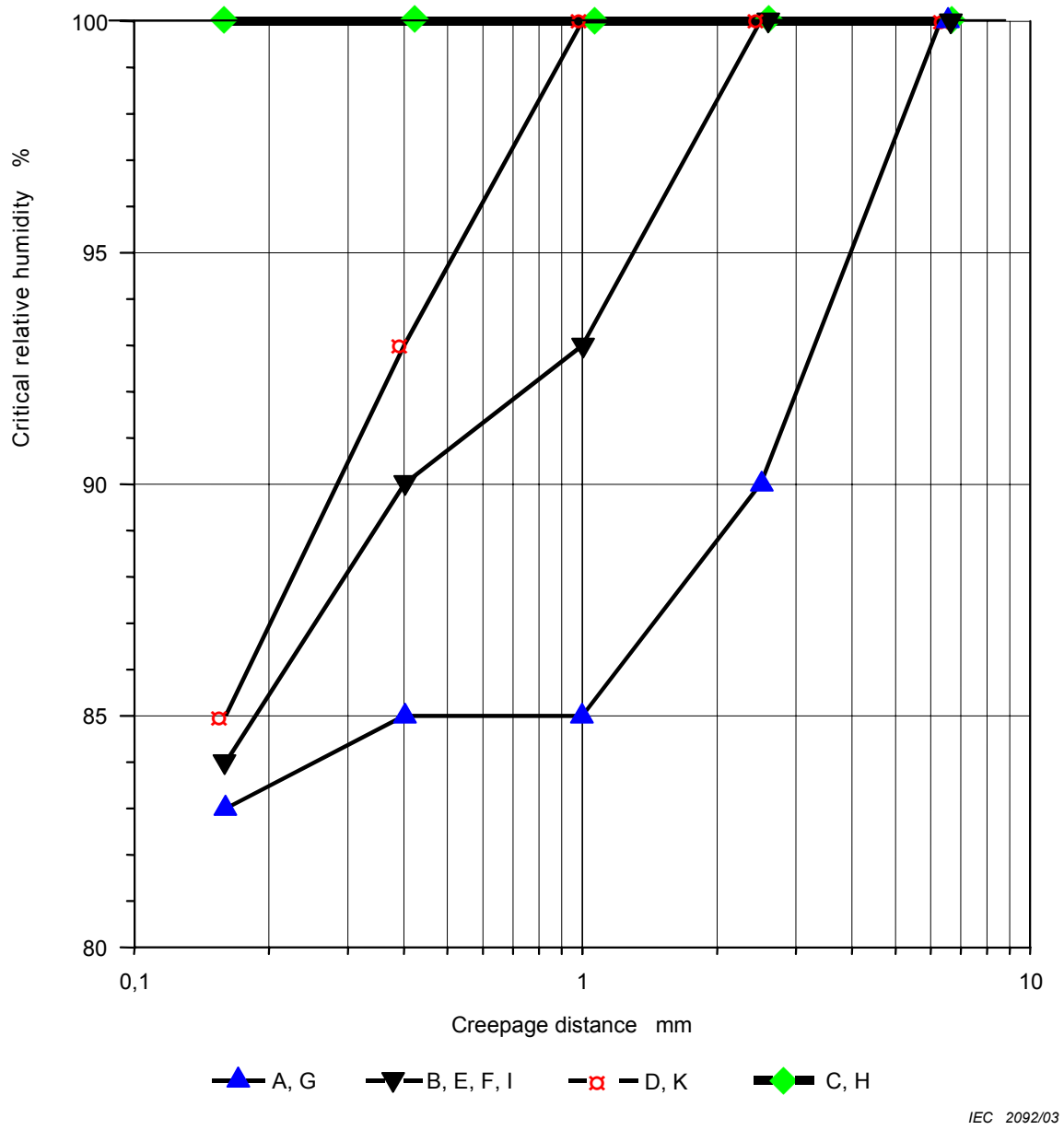


Key

1 impulse generator
2 climatic cabinet
3 test specimen
4 digital storage oscilloscope
5 computer
6 UV illumination (see B.3.2)
7 high-voltage probe
8 data-bus

Figure B.2 – Test circuit

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



Key

A ceramic (97 % Al_2O_3, unglazed)

B glass-epoxy laminate FR4

C polyester resin (thermoset), type 802

D phenolic resin, type 31.5

E polyimide film laminated to glass-epoxy laminate FR4

F phenolic resin paper laminate FR2

G polyester laminate GPO III

H melamine resin, type 150

I polybutylenterephthalate

K polycarbonate

Figure B.3 – Critical relative humidity of insulating materials

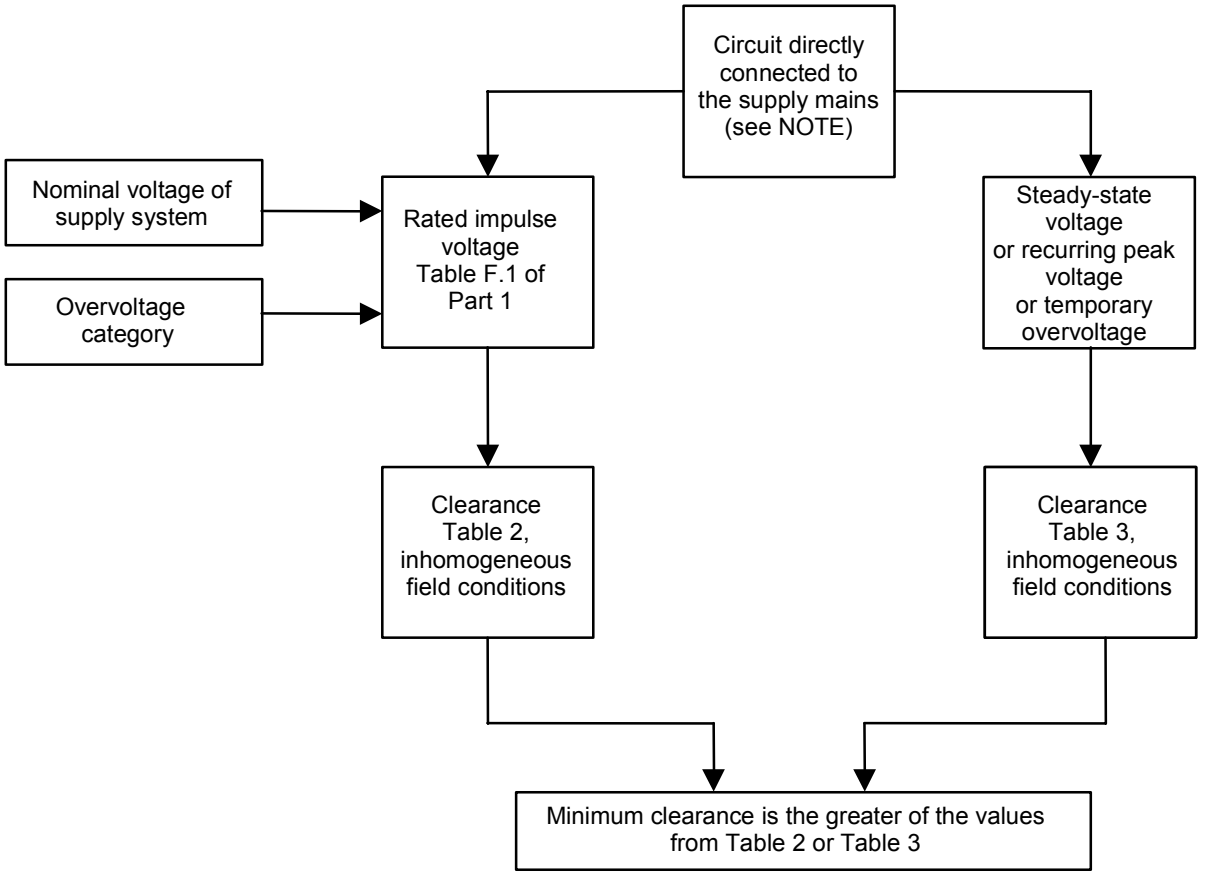
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex C
(informative)

Dimensioning diagrams

The following diagrams show the relationships between the factors influencing the dimensioning of clearances and creepage distances for insulation coordination. The diagrams highlight the major factors and are not intended to substitute for a full review of the relevant subclauses.

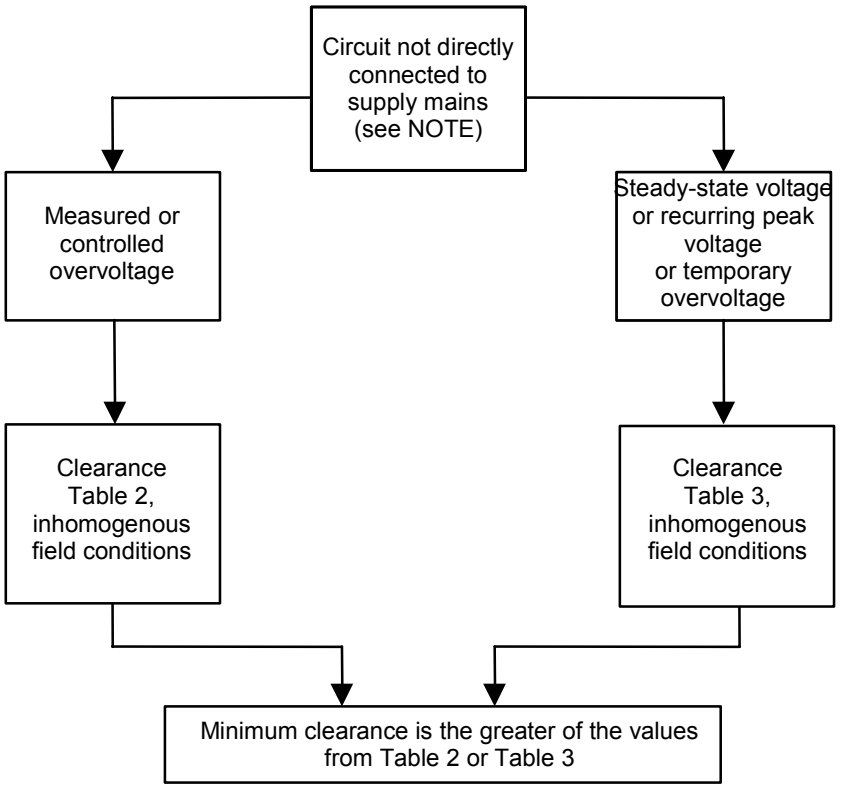
It is to be noted that the dimensioning procedures for clearances and creepage are independent. Therefore, where a clearance and a creepage distance are coincidental over the same insulating surface, the larger of the clearance or the creepage distance shall be used.



NOTE Includes all circuits affected by external voltages.

Figure C.1 – Diagram for dimensioning clearances for circuits directly connected to the supply mains

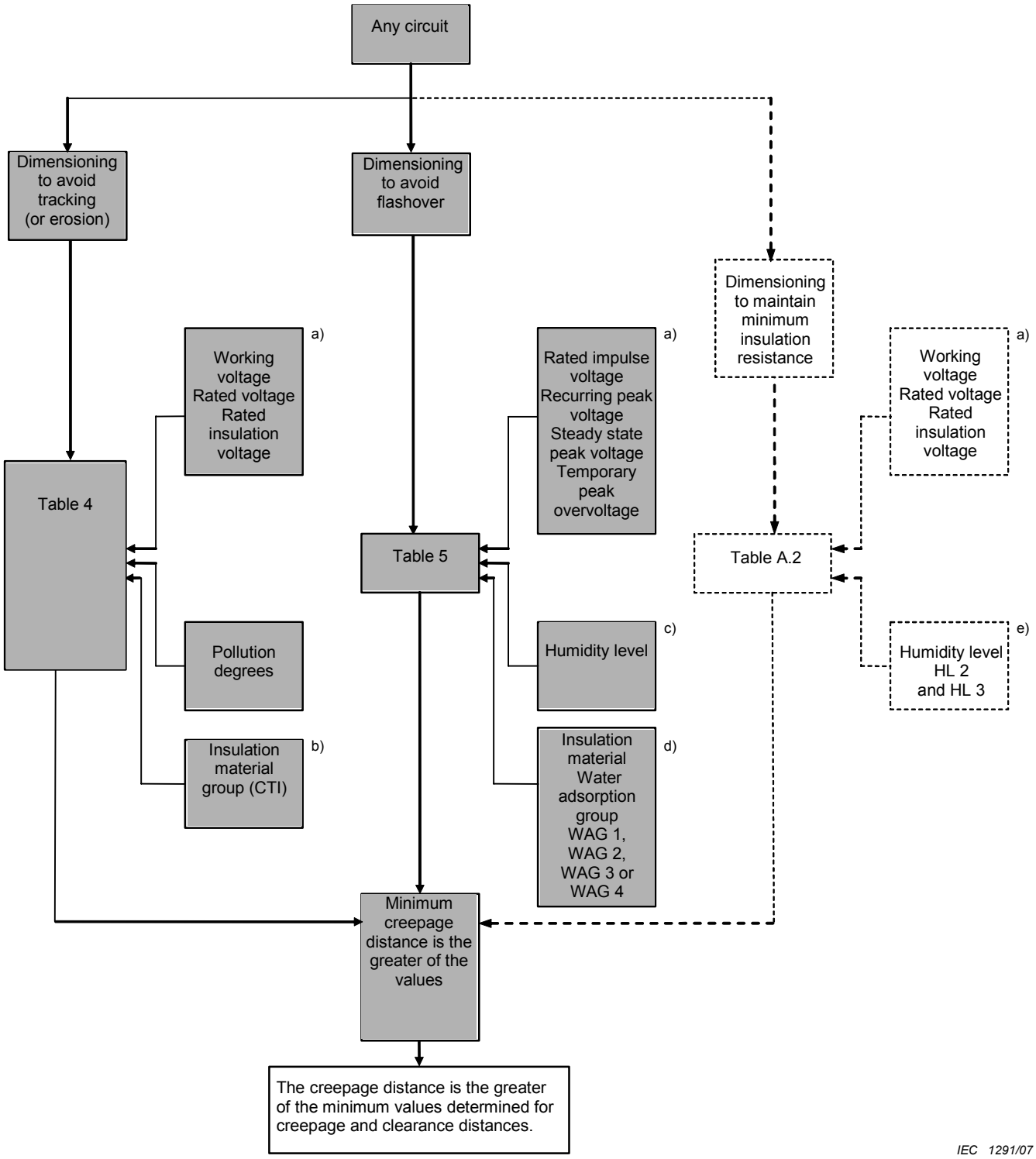
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



NOTE Includes all circuits not significantly affected by external transient voltages.

Figure C.2 – Diagram for dimensioning clearances for circuits not directly connected to the supply mains

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



NOTE Boxes with dotted lines are provided for information only.

Steps for dimensioning the minimum creepage distance:

a) Use largest value of voltage.

b) For glass, ceramics or other inorganic insulating materials that do not track, creepage distances need not be greater than their associated clearance, but see 5.3.2.3.4.

c) If HL 1, the related clearance value is used. If HL 2 or HL 3, Table 5 is used.

d) The water adsorption group may be determined by the test of Annex B.

e) If HL 1, the related clearance value is used. If HL 2 or HL 3, Table A.2 is used.

Figure C.3 – Diagram for dimensioning of creepage distances

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex D
(informative)

Withstand voltage test for creepage distance under humid conditions

The appropriate test for testing the creepage distances with respect to their withstand capability under humid conditions is the impulse voltage test. Although it is not difficult to apply this test for an isolated creepage distance, it may not be practical to use this test for a complete equipment since it is not always possible to isolate creepage distances.

The following test procedure introduces an a.c. or d.c. test which can replace the impulse voltage test for an equipment subjected to humid conditions. This test also covers the withstand requirements with respect to short-term temporary overvoltages.

The humid conditions are selected in accordance with the appropriate humidity level. The following levels of relative humidity are recommended: HL 2, 85 %, and HL 3, 95 %. The equipment is maintained at the level of humidity and at a temperature of (25 ± 1) °C for at least 4 h before testing.

The circuit is prepared in accordance with 6.1.4.3 of Part 1 and as shown in Figure D.1. The test voltage has a frequency of 50/60 Hz or is d.c. with a voltage value equal to the a.c. peak voltage. For basic insulation, the r.m.s. value of the test voltage is 1 200 V + U_n or 0,707 times the relevant rated impulse voltage according to Table F.1 of Part 1 corrected by correction factor according to 6.1.2.2.1.3 of Part 1, whichever is the higher value. The voltage is applied for the time specified in 6.1.3.4.1.

NOTE As an example for an equipment at an altitude of 2 000 m, in overvoltage category II having a rated voltage of U_n = 250 V, the value of the a.c. test voltage for basic insulation is the higher of 1 200 V + 250 V or 0,707 × 2 500 V × 1, thus the r.m.s. test voltage is 1 768 V. The corresponding d.c. test voltage is the higher of 1,414 × (1 200 V + 250 V) or 2 500 V, thus the d.c. test voltage is 2 500 V.

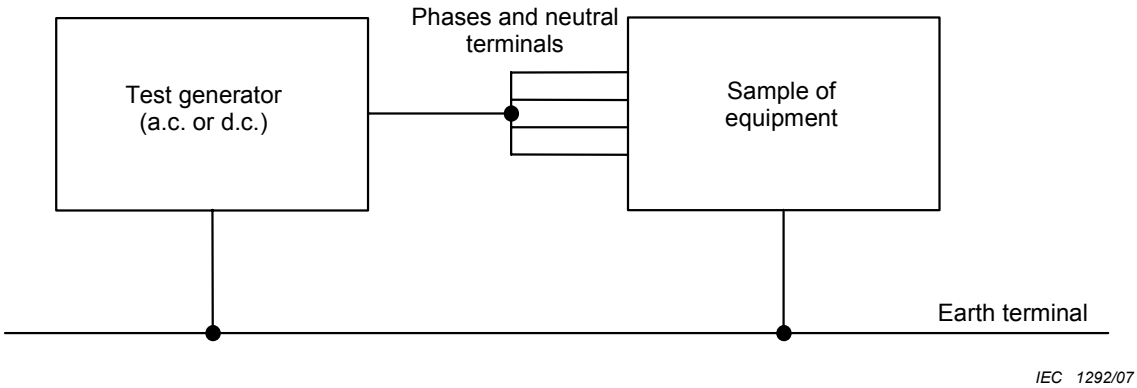


Figure D.1 – Arrangement for withstand voltage test

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Bibliography

[1] Zentralverband Elektrotechnik-und Elektronikindustrie e.V. [ZVEI], *Kurzzeitspannungsfestigkeit kleiner Isolierstrecken unter dem Einfluss natürlicher Umgebungsbedingungen (Withstand capability of small insulating distances under the influence of different environmental conditions)* May 1989

[2] Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. [ZVEI], *Kriechstromsichere Bemessung von Isolierungen bei Niederspannung (Dimensioning of insulation for low-voltage equipment in order to avoid failure due to tracking)* May 1989

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 48
INTRODUCTION 50

1 Domaine d'application et objet 51
2 Références normatives 52
3 Termes et définitions 52
4 Principes essentiels du dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite 52
4.1 Remarques préliminaires 52
4.2 Principes de base 53
4.3 Tensions et caractéristiques assignées de tension 53
4.4 Fréquence 55
4.5 Durée d'application de la contrainte de tension 55
4.6 Pollution 56
4.7 Informations fournies avec le matériel 57
4.8 Matériau isolant 57
5 Exigences et procédures de dimensionnement 58
5.1 Généralités 58
5.2 Dimensionnement des distances d'isolement 58
5.3 Dimensionnement des lignes de fuite 63
5.4 Exigences pour l'isolation solide 69
6 Essais et mesures 72
6.1 Essais 72
6.2 Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement 80

Annexe A (informative) Dimensionnement pour maintenir la résistance d'isolement minimale 81
Annexe B (normative) Essai d'adsorption d'eau 84
Annexe C (informative) Schémas de dimensionnement 89
Annexe D (informative) Essai de tension de tenue pour ligne de fuite dans des conditions humides 92

Bibliographie 93

Figure 1 – Tensions d'essai 78
Figure B.1 – Installation de l'échantillon 86
Figure B.2 – Circuit d'essai 87
Figure B.3 – Humidité relative critique des matériaux isolants 88
Figure C.1 – Schéma pour le dimensionnement des distances d'isolement des circuits directement connectés au secteur 89
Figure C.2 – Schéma pour le dimensionnement des circuits qui ne sont pas directement connectés au secteur 90
Figure C.3 – Schéma pour le dimensionnement des lignes de fuite 91
Figure D.1 – Arrangement pour l'essai de tension de tenue 92

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 1 – Relation entre les niveaux d'humidité et les classes de macro-environnement 57
Tableau 2 – Distances d'isolement pour supporter les surtensions transitoires 60
Tableau 3 – Distances d'isolement pour résister aux tensions en régime permanent, aux surtensions temporaires ou aux tensions de crête répétitives 61
Tableau 4 – Lignes de fuite pour éviter toute défaillance due au cheminement 65
Tableau 5 – Lignes de fuite pour éviter le contournement 67
Tableau A.1 – Résistance minimale d'isolement 81
Tableau A.2 – Lignes de fuite pour maintenir la résistance d'isolement minimale 83

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

COORDINATION DE L'ISOLEMENT DES MATÉRIELS DANS LES SYSTÈMES (RÉSEAUX) À BASSE TENSION –

Partie 5: Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm

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 60664-5 a été établie par le comité d'études 109 de la CEI: Coordination de l'isolement pour le matériel à basse tension.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 2003. Elle constitue une révision technique.

La révision de la Partie 1 de la CEI 60664-1 a également nécessité une révision de la Partie 5 de la CEI 60664, étant donné que la Partie 5 est étroitement liée à la Partie 1. Outre un certain nombre d'améliorations rédactionnelles, les modifications techniques majeures suivantes effectuées dans la Partie 1 s'appliquent également à la Partie 5:

- Modification des conditions du réseau électrique au Japon en ce qui concerne les tensions assignées de tenue de choc, les tensions rationalisées et les tensions nominales des réseaux d'alimentation pour différents modes de contrôle des surtensions.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

- Modification du dimensionnement des distances d'isolement dans l'air inférieures à 0,01 mm.
- Alignement du tableau et des formules correspondantes concernant les tensions d'essai pour la vérification des distances d'isolement dans l'air à différentes altitudes.
- Modification de l'interpolation des valeurs de ligne de fuite pour l'isolation fonctionnelle.
- Révision de l'ancien Article 4 "Essais et mesures" (désormais Article 6) pour obtenir une description plus détaillée des essais et de leur objet, du matériel d'essai et des alternatives existantes.

Elle a le statut de publication fondamentale de sécurité, conformément au Guide CEI 104.

La présente norme doit être utilisée conjointement avec la CEI 60664-1.

NOTE Pour les besoins de la présente norme, toute référence à la CEI 60664-1 apparaîtra comme « à la Partie 1 ». Quand il n'y a pas de partie citée après un numéro de paragraphe, on suppose que la référence concerne la Partie 5.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
109/61/CDV	109/63/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60664, présentées sous le titre général *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux),* peut être consultée sur le site web de la CEI.

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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60664 spécifie les niveaux d'humidité en ce qui concerne leurs effets sur les lignes de fuite.

La présente partie introduit les critères de dimensionnement suivants qu'il convient de prendre en compte:

– nouvelles distances d'isolement minimales avec des valeurs plus précises pour les dimensions jusqu'à 2 mm dans le cas des degrés de pollution 2 et 3 que celles spécifiées au Tableau F.2 de la Partie 1;

– des lignes de fuite minimales plus faibles pour les cartes imprimées et les constructions équivalentes dans le cas du degré de pollution 3 que celles spécifiées au Tableau F.4 de la Partie 1;

– spécification de lignes de fuite minimales pour éviter le contournement des surfaces isolantes, les valeurs étant fondées sur les caractéristiques d'adsorption d'eau du matériau;

– spécification de lignes de fuite minimales pour assurer une résistance d'isolement appropriée dans des conditions humides.

NOTE Le Tableau A.2 donne des informations concernant le dimensionnement des lignes de fuite pour maintenir une résistance d'isolement appropriée pour les tensions efficaces jusqu'à 10 000 V, correspondant aux lignes de fuite jusqu'à 250 mm.

Les informations contenues dans la présente norme sont fondées sur des données de recherche publiées en 1989 [1, 2]1.

Les détails suivants provenant de cette recherche donnent des informations sur le contexte:

– la recherche a été menée sur des échantillons qui avaient été fabriqués selon le même processus que pour les cartes imprimées avec un espacement des impressions de circuit compris entre 0,16 mm et 6,3 mm;

– dix matériaux différents ont été utilisés pour les échantillons. L'influence du processus de fabrication sur la surface du matériau, par exemple, moulage ou usinage, ne faisait pas partie du projet de recherche;

– les échantillons ont été placés à différents emplacements, comme en milieu urbain, rural, industriel, désertique et côtier;

– les échantillons ont été régulièrement exposés à une contrainte de tension et les données ont été accumulées sur une longue période.

L'Annexe B spécifie une méthode d'essai d'adsorption d'eau pour affecter les matériaux isolants non classés au groupe d'adsorption d'eau approprié. Cette annexe sera revue lorsqu'une plus grande expérience aura été acquise en utilisant la méthode d'essai pour les différents matériaux.

1 Les chiffres entre crochets se réfèrrent à la bibliographie.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COORDINATION DE L'ISOLEMENT DES MATÉRIELS DANS LES SYSTÈMES (RÉSEAUX) À BASSE TENSION –

Partie 5: Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60664 spécifie le dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite pour les espacements inférieurs ou égaux à 2 mm pour les cartes imprimées et constructions équivalentes, pour lesquelles les distances d'isolement et les lignes de fuite sont identiques et suivent les surfaces de l'isolation solide, comme les chemins décrits en 6.2 de la Partie 1[2] (Exemples 1, 5 et 11).

Le dimensionnement dans la présente norme est plus précis que celui donné par la Partie 1. Toutefois, si la précision apportée par la présente norme n'est pas nécessaire, il est autorisé d'utiliser à sa place la Partie 1.

La présente norme ne peut être utilisée que dans son intégralité. Il n'est pas autorisé de choisir un ou plusieurs articles de la présente norme et de les utiliser à la place des articles correspondants de la Partie 1. Par ailleurs, la présente partie de la CEI 60664 ne peut être utilisée que conjointement à la Partie 1.

Lorsque la présente Partie 5 est appliquée au dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite égale ou moins que 2 mm, tous les articles sont utilisés à la place des articles correspondants de la Partie 1. Pour les distances d'isolement et les lignes de fuite supérieures à 2 mm et pour l'isolation solide en général, c'est la Partie 1 qui s'applique.

NOTE 1 La limitation à des distances égales ou inférieures à 2 mm s'applique à l'isolation principale ou supplémentaire. La distance totale d'une isolation renforcée ou double peut être plus grande que 2 mm.

La présente norme est basée sur les critères suivants pour le dimensionnement:

– distances d'isolement minimales indépendamment du micro-environnement (voir Tableau 2);
– lignes de fuite minimales pour les degrés de pollution 1, 2 et 3 pour éviter toute défaillance due au cheminement (voir Tableau 4);
– lignes de fuite minimales pour éviter tout contournement pouvant apparaître à travers la surface isolante (voir Tableau 5).

NOTE 2 Pour les lignes de fuite minimales en vue de conserver une résistance d'isolement appropriée, voir le Tableau A.2.

NOTE 3 La présente norme n'est pas applicable dans des conditions de micro-environnement plus défavorables que le degré de pollution 3 ou le niveau d'humidité 3.

Une méthode d'essai est spécifiée pour affecter les matériaux isolants non classés au groupe d'adsorption d'eau approprié.

---

2 La "Partie 1" se réfère à la CEI 60664-1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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).

L'Article 2 de la Partie 1 s'applique, ainsi que les normes suivantes:

CEI 60364-5-51:2005, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-51: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Règles communes*

CEI 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60721-3-3:1994, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation à poste fixe, protégé contres les intempéries*

CEI 60721-3-7:1995, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-7: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation en déplacement*

CEI 60721-3-9:1993, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-9: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Microclimats à l'intérieur des produits*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants, ainsi que ceux donnés dans la Partie 1, s'appliquent.

3.1
adsorption d'eau
capacité du matériau isolant à adsorber de l'eau sur sa surface

3.2
humidité relative critique
valeur de l'humidité relative lorsque la tension de tenue aux chocs d'une ligne de fuite n'atteint plus que 95 % de la valeur qui était mesurée à une humidité relative de 70 %

4 Principes essentiels du dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite

4.1 Remarques préliminaires

La première publication sur ce sujet a été la CEI 60664, 1980. Elle ne concernait que les distances d'isolement, les données étant fondées sur les données de base des tensions de claquage. Par la suite en 1981, la CEI 60664A a été publiée et elle couvrait les lignes de fuite fondées sur les données obtenues sur un grand nombre d'années d'expérience et sur les données obtenues à partir des essais sur les cartes imprimées. En 1992, ces publications ont été combinées et publiées en tant que CEI 60664-1 (Partie 1). Cependant, la révision n'a pas modifié les données de base.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.2 Principes de base

La coordination de l'isolement implique le choix des caractéristiques de l'isolation électrique du matériel, compte tenu de sa mise en œuvre et en relation avec son environnement.

La coordination de l'isolement peut uniquement être réalisée à la condition que la conception du matériel prenne en compte les contraintes auxquelles celui-ci sera soumis pendant sa durée de vie escomptée.

Sauf spécification contraire ci-dessous, 4.2 de la Partie 1 s'applique.

4.2.5 Coordination de l'isolement relative aux surtensions temporaires

La coordination de l'isolement relative aux surtensions temporaires est fondée sur la surtension temporaire spécifiée dans à l'Article 442 de la CEI 60364-4-44 (voir 5.4.3.2.3 de la présente Partie 5).

NOTE Les dispositifs de protection contre les surtensions actuellement disponibles ne sont pas capables de traiter de manière appropriée l'énergie associée aux surtensions temporaires.

4.2.6 Coordination de l'isolement relative aux conditions d'environnement

Les conditions de micro-environnement pour l'isolation doivent être prises en compte. Elles dépendent essentiellement des conditions de macro-environnement dans lequel est situé le matériel et, dans de nombreux cas, les environnements sont identiques. Cependant, le micro-environnement peut présenter des conditions meilleures ou plus défavorables que le macro-environnement lorsque, par exemple, les enveloppes, le chauffage, la ventilation ou la poussière influencent le micro-environnement.

NOTE La protection par des enveloppes fournies selon les degrés de protection spécifiés dans la CEI 60529 [3] peut augmenter l'humidité du micro-environnement.

Les principaux paramètres d'environnement sont les suivants:

– *pour les distances d'isolement*
  - la pression de l'air,
  - la température, si elle varie sur une grande plage;
– *pour les lignes de fuite*
  - la pression de l'air,
  - la pollution,
  - l'humidité relative,
  - la condensation;
– *pour l'isolation solide*
  - la température,
  - l'humidité relative.

4.3 Tensions et caractéristiques assignées de tension

4.3.1 Généralités

Le paragraphe 4.3.1 de la Partie 1 s'applique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.3.2 Détermination de la tension pour des contraintes de longues durées

4.3.2.1 Généralités

Le paragraphe 4.3.2.1 de la Partie 1 s'applique.

4.3.2.2 Tension pour le dimensionnement de l'isolation principale

4.3.2.2.1 Matériel alimenté directement par le réseau basse tension

Les tensions nominales du réseau basse tension ont été rationalisées selon les Tableaux F.3a et F.3b de la Partie 1 et ces tensions constituent les valeurs minimales à utiliser pour le choix des lignes de fuite. Elles peuvent aussi être utilisées pour le choix de la tension assignée d'isolement.

Pour un matériel ayant plusieurs tensions assignées, permettant son utilisation pour différentes tensions nominales du réseau d'alimentation basse tension, la tension choisie doit être appropriée pour la tension assignée la plus élevée du matériel.

Les comités d'études doivent examiner comment la tension doit être choisie

– en fonction de la tension entre phases, ou
– en fonction de la tension entre phase et neutre.

Dans ce dernier cas, le comité d'études doit spécifier comment l'utilisateur doit être informé que le matériel est destiné à être utilisé dans des réseaux à neutre à la terre uniquement.

4.3.2.2.2 Systèmes (réseaux), matériels et circuits internes non alimentés directement par le réseau basse tension

Le paragraphe 4.3.2.2.2 de la Partie 1 s'applique.

4.3.2.3 Tension pour le dimensionnement de l'isolation fonctionnelle

Le paragraphe 4.3.2.3 de la Partie 1 s'applique.

4.3.3 Détermination de la tension assignée de tenue aux chocs

4.3.3.1 Généralités

Le paragraphe 4.3.3.1 de la Partie 1 s'applique.

4.3.3.2 Catégories de surtension

4.3.3.2.1 Généralités

Le paragraphe 4.3.3.2.1 de la Partie 1 s'applique.

4.3.3.2.2 Matériel alimenté directement par le réseau

Le paragraphe 4.3.3.2.2 de la Partie 1 s'applique.

4.3.3.2.3 Systèmes (réseaux) et matériels non alimentés directement par le réseau basse tension

Le paragraphe 4.3.3.2.3 de la Partie 1 s'applique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.3.3.3 Choix de la tension assignée de tenue aux chocs pour le matériel

Le paragraphe 4.3.3.3 de la Partie 1 s'applique.

4.3.3.4 Coordination de l'isolement de la tension de tenue aux chocs dans le matériel

4.3.3.4.1 Parties ou les circuits situés à l'intérieur d'un matériel sont sensiblement influencés par les surtensions transitoires externes

Le paragraphe 4.3.3.4.1 de la Partie 1 s'applique.

4.3.3.4.2 Autres parties ou circuits situés à l'intérieur d'un matériel spécifiquement protégés contre les surtensions transitoires

Pour les parties qui ne sont pas influencées de manière significative par les surtensions transitoires externes, la tension de tenue aux chocs exigée pour l'isolation principale n'est pas liée à la tension assignée de choc des matériels mais aux conditions réelles concernant cette partie ou ce circuit. L'application des séries préférentielles des valeurs de tension de tenue aux chocs, comme celles introduites en 4.2.3 de la Partie 1, est cependant recommandée pour permettre une normalisation. Dans d'autres cas, l'interpolation des valeurs du Tableau 2 de cette Partie 5 est autorisée.

4.3.3.5 Surtension de manœuvre produite par le matériel

Le paragraphe 4.3.3.5 de la Partie 1 s'applique.

4.3.3.6 Exigences d'interface

Le paragraphe 4.3.3.6 de la Partie 1 s'applique.

4.3.4 Détermination de la tension de crête répétitive

Le paragraphe 4.3.4 de la Partie 1 s'applique.

4.3.5 Détermination de la surtension temporaire

4.3.5.1 Généralités

Le paragraphe 4.3.5.1 de la Partie 1 s'applique.

4.3.5.2 Tension de défaut

Le paragraphe 4.3.5.2 de la Partie 1 s'applique.

4.3.5.3 Contraintes dues à des surtensions temporaires

L'amplitude et la durée d'une surtension temporaire dans un équipement à basse tension due à un défaut à la terre dans un système à haute tension sont données en 5.4.3.2.3.

4.4 Fréquence

Le paragraphe 4.4 de la Partie 1 s'applique.

4.5 Durée d'application de la contrainte de tension

Non applicable.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.6 Pollution

4.6.1 Généralités

La pollution n'affecte pas seulement l'isolation du point de vue des contraintes de tension efficaces à long terme à l'origine du cheminement mais également du point de vue des tensions de crête et de l'adsorption d'eau. La pollution est à l'origine d'une capacité réduite de tenue aux chocs des petites distances et ainsi des contournements peuvent intervenir à travers la surface de l'isolation.

L'influence de l'humidité à la surface de l'isolation est identifiée par les niveaux d'humidité spécifiés en 4.6.4. L'influence des caractéristiques d'adsorption d'eau à la surface de l'isolation est identifiée par les groupes d'adsorption d'eau spécifiés en 4.8.6.

4.6.2 Degrés de pollution dans le micro-environnement

Le paragraphe 4.6.2 de la Partie 1 s'applique.

4.6.3 Conditions de pollution conductrice

Non applicable.

4.6.4 Niveaux d'humidité

Dans le but d'évaluer les lignes de fuite par rapport au contournement pouvant apparaître à travers la surface ou la résistance d'isolement minimale, on a établi les trois niveaux de micro-environnement suivants:

– niveau d'humidité 1 (HL 1): l'humidité relative à la surface de l'isolation n'atteint jamais un niveau où il se produit de la condensation. Ainsi, le contournement n'est pas influencé par l'humidité;

– niveau d'humidité 2 (HL 2): l'humidité relative à la surface de l'isolation est telle que de la condensation se produit de manière occasionnelle pendant les changements transitoires dans le micro-environnement. Ainsi, le contournement est influencé par l'humidité;

– niveau d'humidité 3 (HL 3): l'humidité relative à la surface de l'isolation est telle qu'il se produit fréquemment de la condensation. Ainsi, le contournement est fortement influencé par l'humidité.

4.6.5 Relation entre les niveaux d'humidité et le macro-environnement

Les conditions du macro-environnement sont spécifiées dans la CEI 60364-5-51, la CEI 60721-3-3, la CEI 60721-3-7 et la CEI 60721-3-9.

NOTE Dans la CEI 60721-3-9, on utilise différentes expressions pour les classes climatiques.

La relation entre les niveaux d'humidité du micro-environnement et les classes de macro-environnement définies est donnée au Tableau 1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 1 – Relation entre les niveaux d'humidité et les classes de macro-environnement

Norme spécifiant les classes climatiques	Classes climatiques (macro-environnement)			Niveaux d'humidité
CEI 60721-3-9 --- CEI 60721-3-3 --- CEI 60721-3-7 --- CEI 60364-5-51 ↓	Y2 --- 3K1 --- --- ↓	Y3 --- 3K3 --- 7K1 --- AB5 ↓	Y4 --- 3K6 --- 7K3 --- AB7 ↓	
	=	(–)	(–)	→ HL 1
	(+)	=	(–)	→ HL 2
	(+)	(+)	=	→ HL 3

Légende
= le micro-environnement a la même humidité que le macro-environnement
(–) le micro-environnement présente moins d'humidité que le macro-environnement
(+) le micro-environnement présente plus d'humidité que le macro-environnement

4.7 Informations fournies avec le matériel

Le paragraphe 4.7 de la Partie 1 s'applique.

4.8 Matériau isolant

4.8.1 Généralités

Les matériaux isolants doivent être classés dans les groupes selon les valeurs de l'IRC (indice de résistance au cheminement).

Les caractéristiques de rigidité diélectrique, ainsi que les caractéristiques thermiques, mécaniques, chimiques et les caractéristiques d'adsorption d'eau des matériaux isolants doivent être prises en compte par les comités d'études. Concernant les exigences pour l'isolation solide, le 5.4 de la présente Partie 5 s'applique.

4.8.2 Indice de résistance au cheminement (IRC)

4.8.2.1 Comportement du matériau isolant en présence de scintillations

Le paragraphe 4.8.1.1 de la Partie 1 s'applique.

4.8.2.2 Valeurs IRC pour caractériser les matériaux isolants

Le paragraphe 4.8.1.2 de la Partie 1 s'applique.

4.8.2.3 Groupes de matériau

Le paragraphe 4.8.1.3 de la Partie 1 s'applique.

4.8.2.4 Essai pour l'indice de résistance au cheminement (IRC)

Le paragraphe 4.8.1.4 de la Partie 1 s'applique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.8.2.5 Matériaux non sujets au cheminement

Pour le verre, les céramiques et d'autres matériaux isolants inorganiques qui ne sont pas sujets au cheminement, les lignes de fuite n'ont pas besoin d'être plus grandes que les distances d'isolement associées dans le cadre de la coordination de l'isolement. Le dimensionnement du Tableau 2 est donc approprié dans des conditions de champ hétérogène.

4.8.3 Caractéristiques de rigidité électrique

Le paragraphe 4.8.2 de la Partie 1 s'applique.

4.8.4 Caractéristiques thermiques

Le paragraphe 4.8.3 de la Partie 1 s'applique.

4.8.5 Caractéristiques mécaniques et chimiques

Le paragraphe 4.8.4 de la Partie 1 s'applique.

4.8.6 Caractéristiques d'adsorption d'eau

L'adsorption d'eau est un phénomène de surface qui dépend des caractéristiques du matériau isolant. Au vu de l'effet de l'adsorption d'eau sur la capacité de tenue à la tension, on affecte les matériaux isolants à un groupe d'adsorption d'eau comme suit selon la procédure d'essai donnée à l'Annexe B:

– groupe d'adsorption d'eau WAG 1 (influence négligeable);
– groupe d'adsorption d'eau WAG 2 (faible influence);
– groupe d'adsorption d'eau WAG 3 (influence moyenne);
– groupe d'adsorption d'eau WAG 4 (influence importante).

NOTE 1 La classification des matériaux en fonction des groupes d'adsorption d'eau peut être influencée par les matières de remplissage, les additifs et les procédures de fabrication.

NOTE 2 La classification des divers matériaux isolants en fonction des groupes d'adsorption est donnée dans le 5.3.2.3.5.

5 Exigences et procédures de dimensionnement

5.1 Généralités

Les distances d'isolement doivent être dimensionnées pour résister aux tensions selon le 5.2.2 de la présente Partie 5. La ligne de fuite associée doit remplir les exigences de 5.3.2.3.3 et de 5.3.2.3.4 de la présente Partie 5. L'isolation solide doit être conçue pour satisfaire aux exigences du 5.4 de la présente Partie 5.

5.2 Dimensionnement des distances d'isolement

5.2.1 Généralités

Les distances d'isolement doivent être dimensionnées pour supporter la tension de tenue aux chocs prescrite. Pour les matériels directement raccordés au réseau basse tension, la tension de tenue aux chocs requise est la tension assignée de choc établie sur la base du 4.3.3.3 de la Partie 1. Si une tension efficace en régime permanent, une surtension temporaire ou une tension de crête répétitive exige des distances d'isolement supérieures à celles requises pour la tension de tenue aux chocs, les valeurs correspondantes du Tableau 3 doivent être utilisées. La distance d'isolement la plus importante doit être choisie, suite à la prise en compte de la tension de tenue aux chocs, de la tension efficace en régime permanent, des surtensions temporaires et des tensions de crête répétitives.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

NOTE Le dimensionnement pour la tension efficace en régime permanent ou pour la tension de crête répétitive conduit à une situation où il n'existe aucune marge pour le claquage en cas d'application continue de ces tensions. Il convient que les comités d'études tiennent compte de ce fait.

5.2.2 Critères de dimensionnement

5.2.2.1 Généralités

Les distances d'isolement doivent être choisies en tenant compte des facteurs d'influence suivants:

– tension de tenue aux chocs selon 5.2.5 de cette Partie 5 pour l'isolation fonctionnelle et 5.2.6 de cette Partie 5 pour l'isolation principale, supplémentaire et renforcée;

– tensions de tenue en régime permanent et surtensions temporaires (voir 5.2.2.3 de cette Partie 5);

– tensions de crête répétitives (voir le 5.2.2.3 de cette Partie 5);

– conditions de champ électrique (voir le 5.2.3 de cette Partie 5);

– altitude. Les dimensions des distances d'isolement spécifiées au Tableau 2 et au Tableau 3 donnent la capacité de tenue pour le matériel destiné à être utilisé à des altitudes jusqu'à 2 000 m. Pour le matériel destiné à être utilisé à des altitudes supérieures, c'est le 5.2.4 de cette Partie 5 qui s'applique.

Des distances d'isolement plus importantes peuvent être exigées en raison d'influences mécaniques telles que les vibrations ou les forces appliquées.

5.2.2.2 Dimensionnement pour résister aux surtensions transitoires

Les distances d'isolement doivent être dimensionnées pour supporter la tension de tenue aux chocs requise conformément au Tableau 2. Pour les matériels directement raccordés au réseau, la tension de tenue aux chocs requise est la tension assignée de choc établie sur la base du Tableau F.1 de la Partie 1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 2 – Distances d'isolement pour supporter les surtensions transitoires

Tension de tenue aux chocs requise [a) c)] kV	Distances minimales d'isolement dans l'air jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer	
	Cas A Conditions de champ hétérogène (voir 3.15 de la Partie 1) mm	Cas B Conditions de champ homogène (voir 3.14 de la Partie 1) mm
0,33 [b)]	0,01	0,01
0,40	0,02	0,02
0,50 [b)]	0,04	0,04
0,60	0,06	0,06
0,80 [b)]	0,10	0,10
1,0	0,15	0,15
1,2	0,25	0,20
1,5 [b)]	0,50	0,30
2,0	1,0	0,45
2,5 [b)]	1,5	0,60
3,0	2,0	0,80
4,0 [b)]		1,2
5,0		1,5
6,0 [b)]		2,0

a) La tension est

– pour l'isolation fonctionnelle, la tension de choc maximale susceptible d'apparaître au travers de la distance d'isolement (voir 5.2.5 de la Partie 5);

– pour l'isolation principale directement exposée ou influencée significativement par les surtensions transitoires provenant du réseau à basse tension (voir 4.3.3.3 de la Partie 1, 4.3.3.4.1 de la Partie 1 et 5.2.6 de la présente Partie 5), la tension assignée de tenue aux chocs du matériel;

– pour les autres isolations principales (voir 4.3.3.4.2 de cette Partie 5), la tension de choc la plus élevée qui peut apparaître dans le circuit.

Pour l'isolation renforcée, voir le 5.2.6 de cette Partie 5.

b) Valeurs préférentielles spécifiées comme en 4.2.3 de la Partie 1.

c) Pour les parties ou circuits à l'intérieur des matériels qui sont soumis à des tensions de choc selon 4.3.3.4.2 de cette Partie 5, l'interpolation des valeurs est autorisée. Cependant, on obtient une harmonisation en utilisant la série préférentielle des valeurs de tension de choc de 4.2.3 de la Partie 1.

5.2.2.3 Dimensionnement pour résister aux tensions de tenue en régime permanent, aux surtensions temporaires ou aux tensions de crête répétitives

Les distances d'isolement doivent être dimensionnées selon le Tableau 3 pour résister à la valeur de crête de la tension en régime permanent (courant continu ou tension en 50/60 Hz), de la surtension temporaire ou de la tension de crête répétitive.

Le dimensionnement selon le Tableau 2 doit être comparé au Tableau 3. C'est la distance d'isolement la plus importante qui doit être choisie.

NOTE 1 Les exigences de dimensionnement pour les fréquences supérieures à 30 kHz sont spécifiées dans la CEI 60664-4.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 3 – Distances d'isolement pour résister aux tensions en régime permanent, aux surtensions temporaires ou aux tensions de crête répétitives

Tension [a] (valeur de crête) [b] kV	Distances minimales d'isolement dans l'air jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer	
	Cas A Conditions de champ hétérogène (voir 3.15 de la Partie 1) mm	Cas B Conditions de champ homogène, (voir 3.14 de la Partie 1) mm
0,04	0,001[c]	0,001[c]
0,06	0,002[c]	0,002[c]
0,10	0,003[c]	0,003[c]
0,12	0,004[c]	0,004[c]
0,15	0,005[c]	0,005[c]
0,20	0,006[c]	0,006[c]
0,25	0,008[c]	0,008[c]
0,33	0,01	0,01
0,4	0,02	0,02
0,5	0,04	0,04
0,6	0,06	0,06
0,8	0,13	0,10
1,0	0,26	0,15
1,2	0,42	0,20
1,5	0,76	0,30
2,0	1,27	0,45
2,5	1,8	0,6
3,0	2,4 [d]	0,8
4,0		1,2
5,0		1,5
6,0		2,0

a) Les distances d'isolement pour les autres tensions sont obtenues par interpolation.

b) Voir Figure 1 de la Partie 1 pour la tension de crête répétitive.

c) Ces valeurs sont fondées sur des données expérimentales obtenues à la pression atmosphérique.

d) Cette valeur n'est donnée que pour permettre l'interpolation de la tension de crête à partir d'un niveau inférieur à la valeur correspondant à 2 mm (valeur maximale conformément à cette norme).

NOTE 2 Si les distances d'isolement subissent des contraintes avec des tensions en régime permanent de 2,5 kV (crête) et supérieures, le dimensionnement selon les valeurs de claquage du Tableau 3 peut ne pas assurer un fonctionnement sans effluves dans l'air (décharges partielles), en particulier pour les champs hétérogènes. Pour assurer un fonctionnement sans effluves dans l'air, il est nécessaire soit d'utiliser des distances d'isolement plus importantes comme indiqué au Tableau F.7b de la Partie 1, soit d'améliorer la distribution de champ.

5.2.3 Conditions de champ électrique

5.2.3.1 Généralités

La forme et la disposition des parties conductrices (électrodes) influent sur l'homogénéité du champ et, en conséquence, sur la distance d'isolement requise pour tenir une tension donnée (voir les Tableaux 2 et 3 de cette Partie 5 et Tableau A.1 de la Partie 1).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.2.3.2 Conditions de champ hétérogène (cas A du Tableau 2)

Des distances d'isolement au moins égales à celles du Tableau 2 pour des conditions de champ hétérogène peuvent être utilisées indépendamment de la forme et de la disposition des parties conductrices, et sans vérification par un essai de tenue au choc.

Les distances d'isolement à travers des fentes dans des enveloppes en matériau isolant ne doivent pas être inférieures à celles concernant la tenue aux conditions de champ hétérogène car les configurations ne peuvent être vérifiées, ce qui peut influencer de manière contraire l'homogénéité du champ électrique.

5.2.3.3 Conditions de champ homogène (cas B du Tableau 2)

Les valeurs de distances d'isolement du cas B du Tableau 2 sont applicables uniquement dans des conditions de champ homogène. Elles peuvent uniquement être utilisées lorsque la forme et la disposition des parties conductrices (électrodes) sont conçues pour obtenir un champ électrique ayant essentiellement un gradient de tension constant.

Les distances d'isolement inférieures à celles indiquées pour des conditions de champ hétérogène nécessitent une vérification par essai de tenue de tension (voir 6.1.2).

NOTE Pour les faibles valeurs des distances d'isolement, la présence de la pollution peut détruire l'uniformité du champ électrique en rendant nécessaire d'augmenter les distances d'isolement au-delà des valeurs du cas B.

5.2.4 Altitude

Comme les dimensions données dans le Tableau 2 et dans le Tableau 3 sont valables pour des altitudes jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer, les facteurs de correction d'altitude spécifiés au Tableau A.2 de la Partie 1 sont applicables aux distances d'isolement pour des altitudes supérieures à 2 000 m.

NOTE La tension de claquage d'une distance d'isolement dans l'air pour un champ hétérogène (tension de tenue au Tableau A.1, cas B, de la Partie 1) est, selon la loi de Paschen, proportionnelle au produit de la distance entre électrodes et de la pression atmosphérique. En conséquence, les valeurs expérimentales relevées approximativement au niveau de la mer sont corrigées en fonction de la différence de pression atmosphérique entre 2 000 m et le niveau de la mer. La même correction est effectuée pour les champs hétérogènes et pour les lignes de fuite pour le contournement; voir le 5.3.2.3.4.

5.2.5 Dimensionnement des distances d'isolement de l'isolation fonctionnelle

Pour une distance d'isolement de l'isolation fonctionnelle, la tension de tenue aux chocs exigée est la tension de choc maximale ou la tension de régime établi (avec référence au Tableau 3) ou la tension de crête répétitive (avec référence au Tableau 3) supposée se produire à travers celle-ci dans les conditions assignées du matériel, et en particulier la tension assignée et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel (avec référence au Tableau 2).

5.2.6 Dimensionnement des distances d'isolement de l'isolation principale, supplémentaire et renforcée

Les distances d'isolement de l'isolation principale et supplémentaire doivent être dimensionnées chacune conformément au Tableau 2 correspondant

– à la tension assignée de tenue aux chocs, selon le 4.3.3.3 de la Partie 1 ou le 4.3.3.4.1 de la Partie 1, ou

– aux exigences de tension de tenue aux chocs suivant le 4.3.3.4.2 de cette Partie 5 ;

et comme spécifié au Tableau 3 correspondant

– à la tension en régime établi selon le 4.3.2.2 de cette Partie 5; et

– à la tension de crête répétitive selon le 4.3.4 de la Partie 1; et

– à la surtension temporaire selon le 4.3.5 de cette Partie 5.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

En ce qui concerne les tensions de tenue aux chocs, les distances d'isolement de l'isolation renforcée doivent être dimensionnées comme spécifié dans le Tableau 2 correspondant à la tension assignée de tenue aux chocs immédiatement supérieure dans la série préférentielle de 4.2.3 de la Partie 1 à celle indiquée pour l'isolation principale. Si, conformément à 4.3.3.4.2 de la Partie 5, la tension de tenue aux chocs exigée pour l'isolation principale diffère d'une valeur de la série préférentielle, l'isolation renforcée doit être dimensionnée pour supporter 160 % de la tension de tenue aux chocs exigée pour l'isolation principale.

NOTE 1 La limitation à des distances égales ou inférieures à 2 mm s'applique à l'isolation principale ou supplémentaire. La distance totale d'une isolation renforcée ou double peut être plus grande que 2 mm.

NOTE 2 Dans un système coordonné, les distances d'isolement au-dessus du minimum exigé ne sont pas nécessaires pour une tension de tenue aux chocs requise. Cependant, pour des raisons différentes de la coordination de l'isolement, il peut être nécessaire d'augmenter les distances d'isolement (par exemple pour des raisons mécaniques). Dans de tels cas, la tension d'essai doit rester fondée sur la tension assignée de tenue aux chocs du matériel, faute de quoi il pourrait se produire une contrainte anormale sur l'isolation solide associée.

En ce qui concerne les tensions en régime permanent, les tensions de crête répétitives et les surtensions transitoires, les distances d'isolement de l'isolation renforcée doivent être dimensionnées comme spécifié au Tableau 3 pour supporter 160 % de la tension de tenue exigée pour l'isolation principale.

Pour un matériel pourvu d'une double isolation où l'isolation principale et l'isolation supplémentaire ne peuvent pas être essayées séparément, le système d'isolation est traité comme une isolation renforcée.

NOTE 3 Lors du dimensionnement de distances d'isolement par rapport à des surfaces accessibles en matériau isolant, de telles surfaces sont supposées être recouvertes d'une feuille métallique. D' autres détails peuvent être spécifiés par les comités d'études.

5.2.7 Distances de sectionnement

Voir 8.3.2 de la CEI 61140.

5.3 Dimensionnement des lignes de fuite

5.3.1 Généralités

Le dimensionnement des lignes de fuite doit être réalisé en tenant compte de 5.3.2. Les valeurs de distance obtenues au Tableau 4 pour le cheminement, et au Tableau 5 pour le contournement, sont comparées et la plus élevée des deux doit être choisie (voir schémas de dimensionnement à l'Annexe C).

5.3.2 Facteurs d'influence

5.3.2.1 Généralités

Les facteurs d'influence suivants sont pris en compte pour le cheminement:

– tension conforme à 4.3.2 (voir également 5.3.2.2 de cette Partie 5);
– degrés de pollution dans le micro-environnement (voir 4.6.2 de la Partie 1 et 5.3.2.3 de cette Partie 5);
– orientation et emplacement de la ligne de fuite (voir 5.2.2.4 de la Partie 1);
– caractéristiques des matériaux isolants (voir le 4.8.2 de cette Partie 5).

Les facteurs d'influence suivants sont pris en compte pour le contournement à travers la surface du matériau isolant:

– tension conforme à 4.3.3 (voir également 5.3.2.2 de cette Partie 5);
– niveaux d'humidité dans le micro-environnement (voir 4.6.4 de cette Partie 5);
– caractéristiques des matériaux isolants (voir le 4.8.2 et le 4.8.6 de cette Partie 5).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– orientation et emplacement de la ligne de fuite (voir 5.2.2.4 de la Partie 1);

– altitude. Les dimensions des lignes de fuite spécifiées au Tableau 5 donnent une capacité de tenue aux chocs suffisante pour le matériel destiné à être utilisé à des altitudes jusqu'à 2 000 m. Pour le matériel destiné à être utilisé à des altitudes supérieures, c'est le 5.2.4 de cette Partie 5 qui s'applique.

5.3.2.2 Tension

La base pour la détermination d'une ligne de fuite pour le cheminement est la valeur efficace à long terme de la tension qui existe à travers elle. Cette tension se présente comme suit:

– la tension locale pour l'isolation fonctionnelle (voir 5.3.3 de cette Partie 5);

– la tension assignée d'isolement ou la tension assignée pour l'isolation principale, supplémentaire ou renforcée (voir 5.3.4 de cette Partie 5).

En ce qui concerne le contournement, la base pour la détermination d'une ligne de fuite est la valeur de crête de la tension correspondante selon le Tableau 5 (voir 5.3.2.3.4 de cette Partie 5). La tension de crête est la valeur maximale de toute tension attendue à travers la ligne de fuite, qui est,

– pour l'isolation fonctionnelle, la valeur de crête maximale de toute tension attendue à travers la ligne de fuite, dans des conditions assignées pour le matériel;

– pour l'isolation principale directement exposée ou influencée de manière importante par les surtensions transitoires provenant du réseau d'alimentation (voir 4.3.3.3 de la Partie 1, 4.3.3.4.1 de la Partie 1 et 5.2.6 de cette Partie 5) ou par des tensions de crête répétitives, la valeur de crête maximale selon toute caractéristique de tension du matériel;

– pour les autres isolations principales (voir 4.3.3.4.2 de la Partie 5), la valeur de crête maximale de toute tension qui peut apparaître dans le circuit;

– pour l'isolation renforcée, voir le 5.3.4 de cette Partie 5.

5.3.2.3 Critères de dimensionnement relatifs aux conditions climatiques

5.3.2.3.1 Généralités

L'influence des conditions climatiques dans le micro-environnement, en termes de niveaux d'humidité spécifiés en 4.6.4, est prise en compte au Tableau 5. Les critères suivants doivent être pris en compte pour le dimensionnement:

– résistance d'isolement minimale (voir 5.3.2.3.2);

– défaillance due au cheminement (voir 5.3.2.3.3);

– contournement (voir le 5.3.2.3.4).

NOTE Dans un matériel, différentes conditions de micro-environnement peuvent exister.

5.3.2.3.2 Dimensionnement pour maintenir la résistance d'isolement

La résistance d'isolement est prise en compte pour le dimensionnement lorsqu'un courant de fuite maximal entre les parties actives ou entre les parties actives et une surface accessible du matériel est spécifié par les comités d'études. La même chose s'applique pour l'isolation fonctionnelle lorsqu'une résistance d'isolement insuffisante pourrait conduire à un courant de fuite excessif empêchant un fonctionnement correct du matériel.

Des informations et des données pouvant servir de guide pour la conception du matériel sont données à l'Annexe A.

NOTE Les lignes de fuite ayant un tel dimensionnement ne sont pas susceptibles de donner lieu à un cheminement dans la mesure où l'énergie de toute scintillation est suffisamment faible et que l'IRC du matériau n'est pas applicable.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.3.2.3.3 Dimensionnement pour éviter toute défaillance due au cheminement

Pour éviter toute défaillance due au cheminement, les lignes de fuite doivent être dimensionnées comme spécifié au Tableau 4.

Tableau 4 – Lignes de fuite pour éviter toute défaillance due au cheminement

Tension efficace a) V	Lignes de fuite minimales b)				
	Degré de pollution 1	Degré de pollution 2	Degré de pollution 3		
	Tous les groupes de matériaux	Tous les groupes de matériaux sauf IIIb	Groupe de matériau		
			I	II	IIIa
	mm	mm	mm	mm	mm
≤40	0,025	0,040	1,00	1,00	1,00
50	0,025	0,040	1,00	1,00	1,00
63	0,040	0,063	1,00	1,00	1,00
80	0,063	0,10	1,00	1,10	1,25
100	0,10	0,16	1,25	1,40	1,60
125	0,16	0,25	1,60	1,80	2,00
160	0,25	0,40	2,00	2,20 c)	Voir Partie 1
200	0,40	0,63	Voir Partie 1	Voir Partie 1	
250	0,56	1,0			
320	0,75	1,6			
400	1,0	2,0			
500	1,3	Voir Partie 1			
630	1,8				
800	2,4 c)				

a) Cette tension est

- *pour l'isolation fonctionnelle:*
  la tension locale;
- *pour l'isolation principale et supplémentaire du circuit alimenté directement par le réseau (voir 4.3.2.2.1 de la présente Partie 5)*:
  la tension rationalisée des Tableaux F.3a ou F.3b de la Partie 1, fondée sur la tension assignée du matériel ou la tension assignée d'isolement;
- *pour l'isolation principale et supplémentaire des systèmes, matériels et circuits internes alimentés directement par le réseau (voir 4.3.2.2.2 de la Partie 1)*:
  la tension efficace la plus élevée qui peut apparaître dans le système, le matériel ou le circuit interne lorsque ces derniers sont alimentés sous la tension assignée et fonctionnent dans la combinaison des conditions les plus sévères prévues aux caractéristiques assignées du matériel.

b) Pour les matériaux isolants qui ne donnent pas lieu à des cheminements, par exemple le verre, la céramique ou d'autres matériaux isolants inorganiques, les lignes de fuite n'ont pas à être supérieures à leur distance d'isolement associée pour la coordination d'isolement. Les dimensions du Tableau 2 sont appropriées dans les conditions de champ hétérogène. Cependant, le comportement en ce qui concerne le contournement doit être pris en compte selon 5.3.2.3.4 *de la présente Partie 5*.

c) Ces valeurs ne sont données que pour permettre l'interpolation de la tension efficace à partir d'un niveau inférieur à la valeur correspondant à 2 mm (valeur maximale conformément à cette norme).

NOTE La précision élevée donnée pour les lignes de fuite dans le Tableau 4 ne signifie pas qu'il faille que l'incertitude de mesure soit du même ordre de grandeur.

5.3.2.3.4 Dimensionnement pour éviter le contournement

Pour éviter un contournement le long de la surface du matériau isolant, il est nécessaire de procéder au dimensionnement des lignes de fuite selon le Tableau 5.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Pour HL 1, le dimensionnement selon les distances d'isolement du Tableau 2 et du Tableau 3 est applicable.

Si les lignes de fuite dimensionnées selon le Tableau 5 subissent des contraintes avec des tensions en régime permanent de plus d'environ 500 V (crête), des décharges partielles (effluves dans l'air) sont susceptibles de se produire. En ce qui concerne les décharges partielles, les matériaux isolants sont classés selon les groupes d'adsorption d'eau (voir 5.3.2.3.5).

NOTE Les décharges partielles sur la surface polluée du matériau isolant sont dues aux microperturbations locales de la distribution de champ dans la couche de surface. Ces décharges partielles (effluves dans l'air) sont différentes des décharges partielles à l'intérieur de l'isolation solide et ont un niveau de seuil plus faible de 500 V (crête) par rapport à 700 V (crête) pour les décharges partielles à l'intérieur de l'isolation solide.

Comme les dimensions données dans le Tableau 5 sont valables pour des altitudes jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer, les facteurs de correction d'altitude spécifiés au Tableau A.2 de la Partie 1 sont applicables aux lignes de fuite pour éviter un contournement pour des altitudes supérieures à 2 000 m.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 5 – Lignes de fuite pour éviter le contournement

Tension de crête [a] kV	Lignes de fuite minimales dans l'air jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer							
	Niveau d'humidité							
	HL 2				HL 3			
	Groupe d'adsorption d'eau				Groupe d'adsorption d'eau			
	Matériaux WAG 1 mm	Matériaux WAG 2 mm	Matériaux WAG 3 mm	Matériaux WAG 4 mm	Matériaux WAG 1 mm	Matériaux WAG 2 mm	Matériaux WAG 3 mm	Matériaux WAG 4 mm
0,10					0,030	0,042	0,055	0,095
0,12	0,020	0,022	0,024	0,025	0,037	0,053	0,07	0,115
0,15	0,028	0,029	0,032	0,035	0,050	0,070	0,09	0,15
0,20	0,043	0,046	0,049	0,052	0,075	0,105	0,13	0,20
0,25	0,06	0,065	0,07	0,075	0,10	0,14	0,17	0,26
0,33	0,09	0,09	0,10	0,11	0,14	0,19	0,23	0,34
0,40	0,12	0,13	0,14	0,15	0,19	0,24	0,30	0,44
0,50	0,17	0,18	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,56
0,60	0,23	0,26	0,29	0,32	0,33	0,41	0,50	0,70
0,80	0,35	0,41	0,47	0,54	0,47	0,58	0,69	0,95
1,0	0,50	0,57	0,64	0,72	0,63	0,76	0,90	1,2
1,2	0,68	0,76	0,84	0,93	0,82	0,96	1,1	1,5
1,5	0,93	1,02	1,11	1,2	1,1	1,3	1,5	2,0
2,0	1,4	1,53	1,66	1,8	1,6	1,8	2,0	
2,5	1,9	2,10 [b]	2,25 [b]	2,4 [b]	2,1 [b]	2,4 [b]		
3,0	2,5 [b]							

[a] Cette tension est

pour l'isolation fonctionnelle:

la valeur de crête maximale de toute tension attendue à travers la ligne de fuite, dans des conditions assignées pour le matériel;

– *pour l'isolation principale directement exposée ou influencée de manière significative par les surtensions provenant du réseau d'alimentation*
(voir 4.3.3.3 de la Partie 1, 4.3.3.4.1 de la Partie 1 et 5.2.6 de cette Partie 5) ou par des tensions de crête répétitives:

la valeur de crête maximale selon toute caractéristique de tension du matériel;

– *pour les autres isolations principales (voir 4.3.3.4.2 de cette Partie 5)*:

la valeur de crête maximale de toute tension qui peut apparaître dans le circuit;

pour l'isolation renforcée:

voir le 5.3.4 de cette Partie 5.

[b] Ces valeurs ne sont données que pour permettre l'interpolation de la tension de crête à partir d'un niveau inférieur à la valeur correspondant à 2 mm (valeur maximale conformément à cette norme).

5.3.2.3.5 Groupes d'adsorption d'eau

Les caractéristiques d'adsorption d'eau des matériaux isolants sont identifiées dans les groupes d'adsorption. Les matériaux suivants ont été classés jusqu'à maintenant:

– **WAG 1:** matériaux qui n'ont pas présenté une réduction de l'humidité relative critique avec la ligne de fuite :

  - résine polyester (thermodurci), type 802;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

- résine mélamine, type 150.

– **WAG 2:** matériaux qui n'ont pas présenté une réduction de l'humidité relative critique pour des lignes de fuite de 1 mm ou plus :
  - résine phénolique, type 31.5;
  - polycarbonate.

– **WAG 3:** matériaux qui n'ont pas présenté une réduction de l'humidité relative critique pour des lignes de fuite de 2,5 mm ou plus :
  - stratifié en verre époxy FR4;
  - stratifié en verre époxy à film en polyimide FR4;
  - stratifié papier à résine phénolique FR2;
  - polybutylène – téréphtalate.

– **WAG 4:** matériaux qui n'ont pas présenté une réduction de l'humidité relative critique pour des lignes de fuite de 6,3 mm ou plus :
  - céramique (97 % Al_2O_3, non émaillé);
  - stratifié en polyester GPO III.

5.3.2.4 Orientation et emplacement d'une ligne de fuite

Le paragraphe 5.2.2.4 de la Partie 1 s'applique.

5.3.2.5 Forme de la surface isolante

Non applicable.

5.3.2.6 Relation avec la distance d'isolement

Les lignes de fuite doivent être dimensionnées tel que spécifié au Tableau 4 en ce qui concerne le cheminement et au Tableau 5 en ce qui concerne le contournement, la plus élevée des valeurs étant utilisée. La ligne de fuite en résultant ne peut pas être inférieure à sa distance d'isolement associée de telle sorte que la ligne de fuite la plus courte possible est égale à la distance d'isolement exigée.

Les lignes de fuite inférieures à celles requises au Tableau 2 pour les conditions de champ hétérogène ne peuvent être utilisées que dans les conditions HL 1 et HL 2 lorsque la ligne de fuite peut tenir la tension requise pour la distance d'isolement associée. L'essai destiné à démontrer que la ligne de fuite résistera à la tension pour la distance d'isolement associée doit tenir compte du facteur de correction d'altitude (voir 6.1.2.2 de cette Partie 5). Pour l'application dans les conditions HL 2, l'essai de choc doit être réalisé dans des conditions humides.

NOTE 1 Des exemples de conditions humides d'essais sont donnés dans le Tableau A.1 de cette Partie 5.

NOTE 2 Une procédure d'essai pour les lignes de fuite sur le matériel complet dans les conditions HL 2 est décrite dans l'Annexe D.

5.3.2.7 Lignes de fuite lorsque plus d'un matériau est utilisé ou en présence de plus d'un degré de pollution

Le paragraphe 5.2.2.7 de la Partie 1 s'applique.

5.3.2.8 Lignes de fuite coupées par des parties conductrices flottantes

Le paragraphe 5.2.2.8 de la Partie 1 s'applique.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.3.3 Dimensionnement des lignes de fuite de l'isolation fonctionnelle

Les lignes de fuite de l'isolation fonctionnelle doivent être dimensionnées comme spécifié au Tableau 4 pour le cheminement et au Tableau 5 pour le contournement, la valeur la plus élevée étant utilisée.

Lorsque la tension locale est utilisée pour le dimensionnement, il est autorisé d'interpoler les valeurs des tensions intermédiaires. Lors de l'interpolation, l'interpolation linéaire doit être utilisée et les valeurs doivent être arrondies au même nombre de chiffres que les valeurs prises dans les tableaux.

5.3.4 Dimensionnement des lignes de fuite de l'isolation principale, supplémentaire et renforcée

Les lignes de fuite de l'isolation principale et supplémentaire doivent être choisies au Tableau 4 pour le cheminement, et au Tableau 5 pour le contournement, la valeur la plus élevée étant utilisée. Les tensions utilisées pour le dimensionnement aux Tableau 4 et 5 sont spécifiées en 5.3.2.2 de cette Partie 5.

NOTE 1 Pour l'isolation supplémentaire, le niveau d'humidité, le matériau isolant, les contraintes mécaniques et les conditions d'environnement de l'utilisation peuvent être différents de ceux concernant l'isolation principale.

Lorsque la tension spécifiée en 4.3.2.2.2 de la Partie 1 est utilisée pour le dimensionnement, il est autorisé d'interpoler les valeurs des tensions intermédiaires. Lors de l'interpolation, l'interpolation linéaire doit être utilisée. En cas d'interpolation, les valeurs doivent être arrondies au même nombre de chiffres que les valeurs prises dans les tableaux.

Les lignes de fuite de la double isolation sont la somme des valeurs de l'isolation principale et de l'isolation supplémentaire qui composent le système à double isolation.

Les lignes de fuite pour l'isolation renforcée doivent être égales au double de celles déterminées pour l'isolation principale.

NOTE 2 La limitation à des distances égales ou inférieures à 2 mm s'applique à l'isolation principale ou supplémentaire. La distance totale d'une isolation renforcée ou double peut être plus grande que 2 mm.

NOTE 3 Lors du dimensionnement des lignes de fuite par rapport à des surfaces accessibles d'un matériau isolant, de telles surfaces sont supposées être recouvertes par une feuille métallique. D'autres détails peuvent être spécifiés par les comités d'études.

5.3.5 Réduction des lignes de fuite avec l'utilisation d'une nervure (de nervures)

Ce paragraphe n'est pas applicable.

5.4 Exigences pour pour la conception de l'isolation solide

5.4.1 Généralités

Le paragraphe 5.3.1 de la Partie 1 s'applique.

5.4.2 Contraintes

5.4.2.1 Généralités

Le paragraphe 5.3.2.1 de la Partie 1 s'applique.

5.4.2.2 Contraintes à court terme et leurs effets

5.4.2.2.1 Fréquence de la tension

Le paragraphe 5.3.2.2.1 de la Partie 1 s'applique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.4.2.2.2 Echauffement

Le paragraphe 5.3.2.2.2 de la Partie 1 s'applique.

5.4.2.2.3 Choc mécanique

Le paragraphe 5.3.2.2.3 de la Partie 1 s'applique.

5.4.2.3 Contraintes à long terme et leurs effets

5.4.2.3.1 Décharges partielles (DP)

Le paragraphe 5.3.2.3.1 de la Partie 1 s'applique.

5.4.2.3.2 Echauffement

Le paragraphe 5.3.2.3.2 de la Partie 1 s'applique.

5.4.2.3.3 Contraintes mécaniques

Le paragraphe 5.3.2.3.3 de la Partie 1 s'applique.

5.4.2.3.4 Humidité

Le paragraphe 5.3.2.3.4 de la Partie 1 s'applique.

5.4.2.4 Autres contraintes

Le paragraphe 5.3.2.4 de la Partie 1 s'applique.

5.4.3 Exigences

5.4.3.1 Généralités

Le paragraphe 5.3.3.1 de la Partie 1 s'applique.

5.4.3.2 Tenue aux contraintes de tension

5.4.3.2.1 Généralités

Le paragraphe 5.3.3.2.1 de la Partie 1 s'applique.

5.4.3.2.2 Surtensions transitoires

L'isolation principale et l'isolation supplémentaire doivent avoir:

– une exigence relative à la tension de tenue aux chocs correspondant à la tension d'alimentation nominale (voir 4.3.3.3 de la Partie 1) et à la catégorie de surtension appropriée, conformément au Tableau F.1 de la Partie 1 ; ou

– une tension de tenue aux chocs, relative à un circuit interne d'un matériel, qui a été spécifiée conformément aux surtensions transitoires prévisibles dans le circuit (voir 4.3.3.4 de cette Partie 5).

L'isolation renforcée doit avoir une tension de tenue aux chocs correspondant à la tension assignée de tenue aux chocs mais un cran plus haut dans la série préférentielle de valeurs en 4.2.3 de la Partie 1 que celle spécifiée pour l'isolation principale. Si, conformément à 4.3.3.4.2 de cette Partie 5, la tension de tenue aux chocs exigée pour l'isolation principale n'est pas une valeur de la série préférentielle, l'isolation renforcée doit être dimensionnée pour supporter 160 % de la valeur exigée pour l'isolation principale.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Pour ce qui concerne la vérification par des essais, se reporter à 6.1.3.3 de cette Partie 5.

5.4.3.2.3 Surtensions temporaires

L'isolation solide principale et l'isolation supplémentaire doivent supporter les surtensions temporaires suivantes:

– surtensions temporaires de courte durée d'amplitude U_n + 1 200 V, avec une durée inférieure ou égale à 5 s;
– surtensions temporaires de longue durée d'amplitude U_n + 250 V, avec une durée supérieure à 5 s;

où U_n est la tension nominale phase-neutre du réseau d'alimentation avec neutre à la terre.

L'isolation renforcée doit résister à des valeurs égales au double des valeurs des surtensions temporaires spécifiées pour l'isolation principale.

Pour la vérification au moyen d'essais, voir 6.1.3.

NOTE 1 Ces valeurs sont issues de l'Article 442 de la CEI 60364-4-44, dans lequel U_n est désignée U_o.

NOTE 2 Les valeurs sont des valeurs efficaces.

5.4.3.2.4 Tensions de crête répétitives

Il est possible de supposer provisoirement que les tensions de crête répétitives maximales du réseau d'alimentation sont égales à $F_4 \times \sqrt{2}\, U_n$, c'est-à-dire à 1,1 fois la valeur de crête de U_n. En cas de présence de tensions de crête répétitives, la tension d'extinction de décharge doit être au moins égale à:

– $F_1 \times F_4 \times \sqrt{2}\, U_n$, c'est-à-dire 1,32 $\sqrt{2}\, U_n$ pour chaque isolation principale et isolation supplémentaire, et
– $F_1 \times F_3 \times F_4 \times \sqrt{2}\, U_n$, c'est-à-dire 1,65 $\sqrt{2}\, U_n$ pour l'isolation renforcée.

NOTE $\sqrt{2}\, U_n$ est, dans les réseaux avec neutre à la terre, la valeur de crête de la tension phase-neutre fondamentale (non déformée) à la tension nominale du réseau d'alimentation secteur. L'application des facteurs de multiplication utilisés dans le paragraphe ci-dessus est décrite à l'Article D.4 de la Partie 1.

Pour explication des facteurs *F*, voir 6.1.3.5 de cette Partie 5.

Dans les circuits internes, il est nécessaire d'évaluer les tensions de crête répétitives les plus élevées à la place de $F_4 \times \sqrt{2}\, U_n$ et l'isolation solide doit également satisfaire aux exigences correspondantes.

Pour la vérification au moyen d'essais, voir 6.1.3.5 de cette Partie 5.

5.4.3.2.5 Tension à haute fréquence

Pour les tensions ayant des fréquences supérieures à la fréquence industrielle, il est nécessaire de tenir compte de l'influence de la fréquence au sens de 5.4.2.2.1 et 5.4.2.3.1 de cette Partie 5. Dans le cadre de la présente norme, les fréquences supérieures à 1 kHz doivent être considérées comme des fréquences élevées dans la domaine d'application de la présente norme.

Les comités d'études doivent spécifier si un essai conforme à 6.1.3.7 est nécessaire.

5.4.3.3 Tenue aux contraintes thermiques à court terme

Le paragraphe 5.3.3.3 de la Partie 1 s'applique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.4.3.4 Tenue aux contraintes mécaniques

Le paragraphe 5.3.3.4 de la Partie 1 s'applique.

5.4.3.5 Tenue aux contraintes thermiques à long terme

Le paragraphe 5.3.3.5 de la Partie 1 s'applique.

5.4.3.6 Tenue aux effets de l'humidité

Le paragraphe 5.3.3.6 de la Partie 1 s'applique.

5.4.3.7 Tenue aux autres contraintes

Le paragraphe 5.3.3.7 de la Partie 1 s'applique.

6 Essais et mesures

6.1 Essais

6.1.1 Généralités

Les procédures d'essai suivantes s'appliquent à l'essai de type, de telle sorte qu'une détérioration éventuelle de l'échantillon d'essai puisse être tolérée. On suppose qu'une nouvelle utilisation de l'échantillon d'essai n'est pas prévue.

NOTE 1 Si une nouvelle utilisation de l'échantillon d'essai est prévue ou exigée, cela nécessite une considération particulière de la part du comité d'études. Dans de tels cas il convient que tout essai à haute tension soit combiné avec une mesure de décharge partielle conformément à 6.1.3.5 de cette Partie 5 et à l'Annexe C de la Partie 1.

Des procédures d'essai sont spécifiées pour

– la vérification des distances d'isolement, (voir 6.1.2);
– la vérification de l'isolation solide, (voir 6.1.3);
– les essais diélectriques sur un matériel complet, (voir 6.1.4) et
– d'autres essais (voir 6.1.5 de la Partie 1).

Les contraintes pour les distances d'isolement et l'isolation solide causées par les surtensions transitoires sont évaluées par l'essai de tension de tenue aux chocs, qui peut être remplacé par un essai en tension alternative ou continue. Les distances d'isolement dans l'air supérieures ou égales au cas A du Tableau 2 peuvent être vérifiées par des mesures ou par un essai de tension. Si elles sont inférieures aux valeurs indiquées dans le cas A du Tableau 2, elles doivent être vérifiées par un essai de tension.

La capacité de résistance aux contraintes de tension de l'isolation solide doit être vérifiée par un essai de tension dans tous les cas. Les contraintes causées par les surtensions transitoires sont évaluées par l'essai de tension aux chocs, qui peut être remplacé par un essai en tension alternative ou continue. Les contraintes causées par une contrainte de tension de régime établi en courant alternatif ne peuvent être évaluées que par un essai de tension en courant alternatif. L'essai de tension en courant continu avec une tension d'essai égale à la valeur de crête de la tension en courant alternatif n'est pas entièrement équivalent à l'essai de tension en courant alternatif en raison des différentes caractéristiques de résistance de l'isolation solide pour ces types de tensions. Cependant, dans le cas d'une simple contrainte de tension en courant continu, l'essai de tension en courant continu est approprié.

NOTE 2 Alors qu'il est possible de remplacer un essai de tension de tenue aux chocs pour les distances d'isolement par un essai en tension alternative ou continue, il n'est en principe pas possible de remplacer un essai en tension alternative pour isolation solide par un essai en tension de tenue aux chocs. Les raisons essentielles en sont la propagation différente des tensions de tenue aux chocs par rapport aux tensions à puissance industrielle, en

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

particulier dans les circuits complexes et le fait que les caractéristiques de résistance de l'isolation solide dépendent de la forme et de la durée de la contrainte de tension.

6.1.2 Essai pour la vérification des distances dans l'air

6.1.2.1 Généralités

Lorsqu'un matériel électrique est soumis à des essais diélectriques pour vérifier les distances dans l'air, l'essai doit être en accord avec les exigences de tension de tenue aux chocs spécifiées en 5.2 de cette Partie 5. L'essai approprié pour la vérification des distances d'isolement est l'essai de tension de tenue aux chocs mais comme cela est indiqué en 5.2.3 de cette Partie 5, un essai de tension de tenue aux chocs est uniquement exigé pour des distances d'isolement inférieures aux valeurs du cas A du Tableau 2.

Si la résistance aux tensions en régime permanent, aux tensions de crête répétitive ou aux surtensions temporaires selon 5.2 est décisive pour le dimensionnement des distances d'isolement et si ces distances d'isolement sont inférieures aux valeurs du cas A dans le Tableau 3, une tension d'essai en courant alternatif selon le 6.1.2.2.2.2 de la Partie 1 est exigée.

Lorsqu'on vérifie les distances d'isolement à l'intérieur d'un matériel avec un essai de tension de tenue aux chocs, il est nécessaire de s'assurer que la tension de tenue aux chocs spécifiée apparaît pour la distance d'isolement en essai.

NOTE 1 L'essai diélectrique des distances dans l'air contraindra aussi l'isolation solide associée.

NOTE 2 Dans certains cas, il y a lieu d'appliquer ces essais aux lignes de fuite, voir 5.3.2.6 de cette Partie 5.

NOTE 3 Pour soumettre des matériels complets aux essais, voir 6.1.4 de cette Partie 5.

6.1.2.2 Tensions d'essai

6.1.2.2.1 Essai diélectrique de tension de choc

6.1.2.2.1.1 Généralités

Le but de cet essai est de vérifier que les distances d'isolement dans l'air supporteront les surtensions transitoires spécifiées. L'essai de tenue aux chocs est effectué avec une tension ayant une forme d'onde de 1,2/50 µs avec les valeurs spécifiées au Tableau F.5 de la Partie 1. Pour la forme d'onde, 6.1 et 6.2 de la CEI 61180-1 s'appliquent. Il est prévu pour simuler des surtensions d'origine atmosphérique et il tient aussi compte des surtensions dues aux manœuvres de l'appareillage basse tension.

Compte tenu de la dispersion des résultats d'essai de tout essai de tension de tenue aux chocs, l'essai doit être effectué pour un minimum de trois chocs de chaque polarité, avec un intervalle d'au moins 1 s entre les impulsions.

NOTE 1 Il convient que l'impédance de sortie du générateur de choc ne soit pas supérieure à 500 Ω. Lors de l'essai d'un matériel comprenant des composants en dérivation sur le circuit d'essai, il convient qu'une impédance de générateur de choc virtuelle nettement plus faible soit spécifiée (voir 9.2 de la CEI 61180-2). Dans de tels cas, il convient de tenir compte des effets de résonance potentiels qui peuvent augmenter la valeur de crête de la tension d'essai, lorsqu'on spécifie les valeurs de tension d'essai.

Les comités d'études peuvent spécifier d'autres essais diélectriques, conformément à 6.1.2.2.2 de cette Partie 5.

NOTE 2 Les valeurs données au Tableau F.5 de la Partie 1 sont déduites des calculs de 6.1.2.2.1.3 de la Partie 1. Dans un souci de précision des informations, elles sont données avec un niveau élevé de précision. Pour l'application pratique, les comités d'études peuvent choisir d'arrondir les valeurs.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.1.2.2.1.2 Choix de la tension d'essai de choc

Si un essai diélectrique pour la coordination de l'isolement du matériel relativement aux distances dans l'air est exigé (pour des distances dans l'air inférieures à celles du cas A comme spécifié au Tableau 2), le matériel doit être essayé avec des tensions d'essai de choc correspondant à sa tension assignée de tenue aux chocs spécifiée conformément au 4.3.3 de cette Partie 5. Les tensions d'essai de choc du Tableau F.5 de la Partie 1 s'appliquent.

Les comités d'études doivent spécifier des valeurs de température et d'humidité pour les conditions d'essai.

Les comités d'études doivent étudier si des essais sur prélèvement ou des essais de série doivent être effectués en complément aux essais de type.

6.1.2.2.1.3 Explications relatives au Tableau F.5 de la Partie 1

Le paragraphe 6.1.2.2.1.3 de la Partie 1 est applicable.

6.1.2.2.2 Variantes aux essais diélectriques de tension de choc

6.1.2.2.2.1 Généralités

Les comités d'études peuvent spécifier un essai en tension alternative ou continue, en variante, pour des matériels particuliers.

NOTE Alors que des essais avec des tensions alternatives et continues de même valeur crête que les tensions d'essai de choc spécifiées au Tableau F.5 de la Partie 1 vérifient la capacité de tenue des distances dans l'air, ils contraignent plus sévèrement l'isolation solide car la tension est appliquée pendant une durée plus importante. Ils peuvent surcharger et détériorer certaines isolations solides. Il convient que les comités d'études prennent en principe ceci en considération s'ils spécifient des essais avec une tension alternative ou continue en variante à l'essai de tenue aux chocs décrit en 6.1.2.2.1 de cette Partie 5.

6.1.2.2.2.2 Essai diélectrique avec une tension alternative

Le paragraphe 6.1.2.2.2.2 de la Partie 1 s'applique.

6.1.2.2.2.3 Essai diélectrique avec une tension continue

Le paragraphe 6.1.2.2.2.3 de la Partie 1 s'applique.

6.1.3 Essais pour la vérification de l'isolation solide

6.1.3.1 Choix des essais

L'isolation solide susceptible d'être exposée à des contraintes mécaniques pendant le fonctionnement, le stockage, le transport ou l'installation doit être soumise à l'essai en ce qui concerne les vibrations et les chocs mécaniques avant d'effectuer les essais diélectriques. Les comités d'études peuvent spécifier des méthodes d'essai.

NOTE Les méthodes d'essai normalisées sont spécifiées dans la partie applicable de la CEI 60068.

Les essais concernant la coordination de l'isolement sont des essais de type. Ils ont pour objectifs:

a) L'essai de tenue à la tension de choc, pour vérifier l'aptitude de l'isolation solide à supporter la tension assignée de tenue aux chocs (voir 5.4.3.2.2).
b) L'essai en tension alternative doit vérifier l'aptitude de l'isolation solide à supporter
   - la surtension temporaire de courte durée (voir 5.4.3.2.3),
   - la tension maximale de régime établi,
   - la tension de crête répétitive (voir 5.4.3.2.4).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Si la valeur de crête de la tension d'essai en courant alternatif est supérieure ou égale à la tension assignée de tenue aux chocs, l'essai de tension de choc est couvert par l'essai de tension en courant alternatif.

L'isolation solide a des caractéristiques de résistance différentes par rapport aux distances dans l'air si la durée de contrainte est augmentée. En général, la capacité de résistance diminuera de manière significative. C'est pourquoi il n'est pas permis de remplacer l'essai de tension en courant alternatif, qui est spécifié pour la vérification de la capacité de résistance de l'isolation solide, par un essai de tension de choc.

c) L'essai de décharge partielle doit vérifier qu'aucune décharge partielle n'est maintenue dans l'isolation solide
   – à la tension maximale de régime établi,
   – à la surtension temporaire de longue durée (voir 5.4.3.2.3),
   – à la tension de crête répétitive (voir 5.4.3.2.4).
d) L'essai diélectrique à haute fréquence doit vérifier l'absence de défaillance due à un échauffement au sens de 5.4.3.2.5.

Les comités d'études doivent spécifier quels essais de type sont exigés, selon les contraintes respectives susceptibles de se produire dans les matériels.

Les essais de décharge partielle pour l'isolation solide doivent être spécifiés si la valeur de crête des tensions indiquées en c) dépasse 700 V et si la contrainte moyenne de champ est supérieure à 1 kV/mm. La contrainte moyenne de champ est la tension de crête divisée par la distance entre deux parties de potentiel différent.

Les essais mentionnés ci-dessus peuvent également servir d'essais sur prélèvement ou d'essais individuels de série. Il appartient, toutefois, aux comités d'études de spécifier les essais qui doivent être exécutés en tant qu'essais sur prélèvement ou en tant qu'essais individuels de série, de sorte que la qualité de l'isolement soit assurée pendant le fonctionnement. Les essais et le conditionnement, si nécessaire, doivent être spécifiés avec des paramètres d'essais adéquats permettant la détection de défauts sans détérioration de l'isolation.

La procédure de 6.1.4 de cette Partie 5 s'applique lorsque les essais sont exécutés sur des matériels complets.

6.1.3.2 Conditionnement

Le paragraphe 6.1.3.2 de la Partie 1 s'applique.

6.1.3.3 Essai de tension de choc

6.1.3.3.1 Méthode d'essai

Les méthodes d'essai de tension de choc de 6.1.2.2.1 de cette Partie 5 s'appliquent aussi à l'isolation solide avec comme seule différence que les facteurs de correction d'altitude du Tableau F.5 de la Partie 1 ne sont pas applicables. L'essai doit être effectué pour cinq chocs de chaque polarité, avec un intervalle d'au moins 1 s entre les impulsions de choc. La forme d'onde de chaque impulsion de choc doit être enregistrée (voir 6.1.3.3.2 de la Partie 1).

6.1.3.3.2 Critères d'acceptation

Le paragraphe 6.1.3.3.2 de la Partie 1 s'applique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.1.3.4 Essai diélectrique en tension alternative à fréquence industrielle

6.1.3.4.1 Méthode d'essai

La forme d'onde de la tension sinusoïdale d'essai à fréquence industrielle doit être pratiquement sinusoïdale. Cette exigence est satisfaite si le rapport entre la valeur crête et la valeur efficace est égal à $\sqrt{2}$ ± 3 %. La valeur de crête doit être égale à la valeur la plus élevée des tensions mentionnées en 6.1.3.1 b) de cette Partie 5.

Pour l'isolation principale et l'isolation supplémentaire, la tension d'essai a la même valeur que les tensions mentionnées en 6.1.3.1 b). Pour l'isolation renforcée, la tension d'essai est le double de la valeur utilisée pour l'isolation principale.

La tension d'essai alternative doit être uniformément augmentée de 0 V à la valeur spécifiée en 5.4.3.2 dans un intervalle de temps maximal de 5 s et elle doit être maintenue à cette valeur pendant au moins 60 s.

Dans les cas où la surtension temporaire de courte durée constitue la contrainte la plus sévère en ce qui concerne l'amplitude de la tension d'essai, une réduction de la durée de l'essai à la valeur minimale de 5 s peut être envisagée par les comités d'études.

NOTE 1 Pour des types particuliers d'isolation, des durées d'essai plus longues peuvent être exigées pour détecter une faiblesse à l'intérieur de l'isolation solide.

NOTE 2 En cas d'essai vis à vis de contraintes importantes en régime permanent comprenant des tensions de crête répétitives élevées, il convient que les comités d'études envisagent l'introduction d'une marge de sécurité pour la tension d'essai.

Dans certains cas, on doit remplacer la tension d'essai alternative par une tension d'essai continue d'une valeur égale à la valeur de crête de la tension alternative, cependant cet essai sera moins strict que l'essai de tension alternative. Les comités d'études doivent tenir compte de cette situation (voir 6.1.3.6).

Le matériel d'essai est spécifié dans la CEI 61180-2. Il est recommandé que le courant de sortie de court-circuit du générateur ne soit pas inférieur à 200 mA.

NOTE 3 Pour les tensions d'essai supérieures à 3 kV, il est suffisant que la puissance assignée du matériel d'essai soit supérieure ou égale à 600 VA.

Le courant de déclenchement du générateur doit être réglé sur une valeur de 100 mA ou, pour les tensions d'essai supérieures à 6 kV, sur la valeur la plus élevée possible.

NOTE 4 Pour les essais individuels de série, le courant de déclenchement peut être réglé à des niveaux inférieurs mais pas à moins de 3,5 mA.

6.1.3.4.2 Critères d'acceptation

Aucun claquage de l'isolation solide ne doit se produire.

6.1.3.5 Essai de décharge partielle

6.1.3.5.1 Généralités

La forme d'onde de la tension sinusoïdale d'essai à fréquence industrielle doit être pratiquement sinusoïdale. Cette exigence est satisfaite si le rapport entre la valeur crête et la valeur efficace est égal à $\sqrt{2}$ ± 3 %. La valeur de crête de U_t (voir Figure 1) doit être égale à la valeur la plus élevée des tensions mentionnées en 6.1.3.1 c), en tenant compte des facteurs de multiplication F_1, F_3 et F_4 dans la limite de ce qui est applicable.

Les méthodes d'essai de décharge partielle sont décrites à l'Annexe C de la Partie 1. Pendant l'exécution de l'essai, les facteurs de multiplication suivants sont utilisés. Ces exemples sont

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

donnés pour la tension de crête répétitive U_{rp}, les facteurs s'appliquent de la même manière à la tension de régime établi la plus élevée et à la surtension temporaire à long terme.

F_1 Facteur de sécurité de base pour les essais de DP et le dimensionnement des isolations principale et supplémentaire.

La tension d'extinction de DP est susceptible d'être influencée par les conditions d'environnement, telles que la température. Ces influences sont prises en compte par un facteur de sécurité de base F_1, égal à 1,2. Pour ce qui concerne l'isolation principale ou l'isolation supplémentaire, la tension d'extinction de DP est donc supérieure ou égale à 1,2 U_{rp}.

F_2 Facteur d'hystérésis de DP.

Une hystérésis se produit entre la tension de seuil de décharge partielle U_i et la tension d'extinction de décharge partielle U_e. L'expérience pratique montre que ce facteur F_2 n'est pas supérieur à 1,25. Pour l'isolation principale et supplémentaire, la valeur initiale de la tension d'essai est donc $F_1 \times F_2 \times U_{rp}$, c'est-à-dire $1,2 \times 1,25\ U_{rp} = 1,5\ U_{rp}$.

NOTE Ceci tient compte du fait que la DP pourrait être engendrée par des surtensions transitoires supérieures à U_i et maintenue, par exemple, par les valeurs de tension de crête répétitive supérieures à U_e. Une telle situation nécessiterait une combinaison entre les tensions de choc et les tensions alternatives durant l'essai ce qui n'est pas réalisable. C'est pourquoi un essai avec une tension alternative est exécuté en prenant une tension d'essai initialement augmentée.

F_3 Facteur de sécurité supplémentaire pour les essais de DP et le dimensionnement d'une isolation renforcée.

Pour ce qui concerne l'isolation renforcée, il est nécessaire de déterminer un facteur de risque plus rigoureux. Par conséquent, un facteur supplémentaire de sécurité F_3 = 1,25 est nécessaire. La valeur initiale de la tension d'essai est $F_1 \times F_2 \times F_3 \times U_{rp}$, c'est-à-dire $1,2 \times 1,25 \times 1,25\ U_{rp} = 1,875\ U_{rp}$.

F_4 Facteur couvrant les écarts par rapport à la tension nominale U_n du réseau basse tension.

Pour ce qui concerne les circuits reliés au réseau basse tension, ce facteur tient compte de l'écart maximum par rapport à la tension nominale. Par conséquent, la tension de crête, à la tension nominale U_n, doit être multipliée par F_4 = 1,1.

6.1.3.5.2 Vérification

L'essai est effectué pour vérifier qu'aucune décharge partielle n'est maintenue à la plus élevée des valeurs suivantes:

– la valeur de crête de la tension maximale de régime établi;
– la valeur de crête de la surtension temporaire à long terme (voir 5.4.3.2.3);
– la tension de crête répétitive (voir 5.4.3.2.4).

NOTE Dans des cas où, en complément, les valeurs réelles de tension de seuil et d'extinction de DP sont recherchées, la procédure de mesure est décrite dans l'Article D.1 de la Partie 1.

L'essai de décharge partielle est généralement utilisé pour vérifier les composants, les petits ensembles et les petits matériels. Si des matériels complexes sont soumis aux essais, des précautions doivent être prises pour tenir compte d'un affaiblissement excessif des signaux de DP, lorsque ces derniers sont mesurés aux bornes du matériel.

La valeur minimale requise pour la tension d'extinction de décharge doit être supérieure d'un facteur F_1 à la plus élevée des valeurs mentionnées ci-dessus.

Selon le type d'éprouvette, les comités d'études doivent spécifier

– le circuit d'essai (Article C.1 de la Partie 1),
– l'équipement de mesurage (C.3 de la Partie 1 et D.2 de la Partie 1) ,
– la fréquence de mesurage (C.3.1 de la Partie 1 et D.3.3 de la Partie 1) ,

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– la procédure d'essai (6.1.3.5.3 de cette Partie 5).

6.1.3.5.3 Procédure d'essai

La valeur de la tension d'essai U_t est 1,2 fois la tension d'extinction de décharge partielle requise U_e. Conformément à l'hystérésis de la décharge partielle (voir 6.1.3.5.1) une valeur initiale de 1,25 fois la tension d'essai doit être appliquée.

La tension doit être augmentée uniformément de 0 V à la valeur initiale de la tension d'essai $F_2 \times U_t$, c'est-à-dire $F_1 \times F_2$ = 1,2 × 1,25 = 1,5 fois la tension la plus élevée parmi celles énumérées en 6.1.3.5.2. Cette valeur est ensuite maintenue constante pendant une durée spécifiée t_1, ne dépassant pas 5 s. Si aucune décharge partielle n'est apparue, la tension d'essai est ensuite abaissée à zéro après t_1. En présence d'une décharge partielle, la tension est abaissée à la tension d'essai U_t, qui est maintenue constante pendant une durée spécifiée t_2, jusqu'à ce que la grandeur de la décharge partielle soit mesurée.

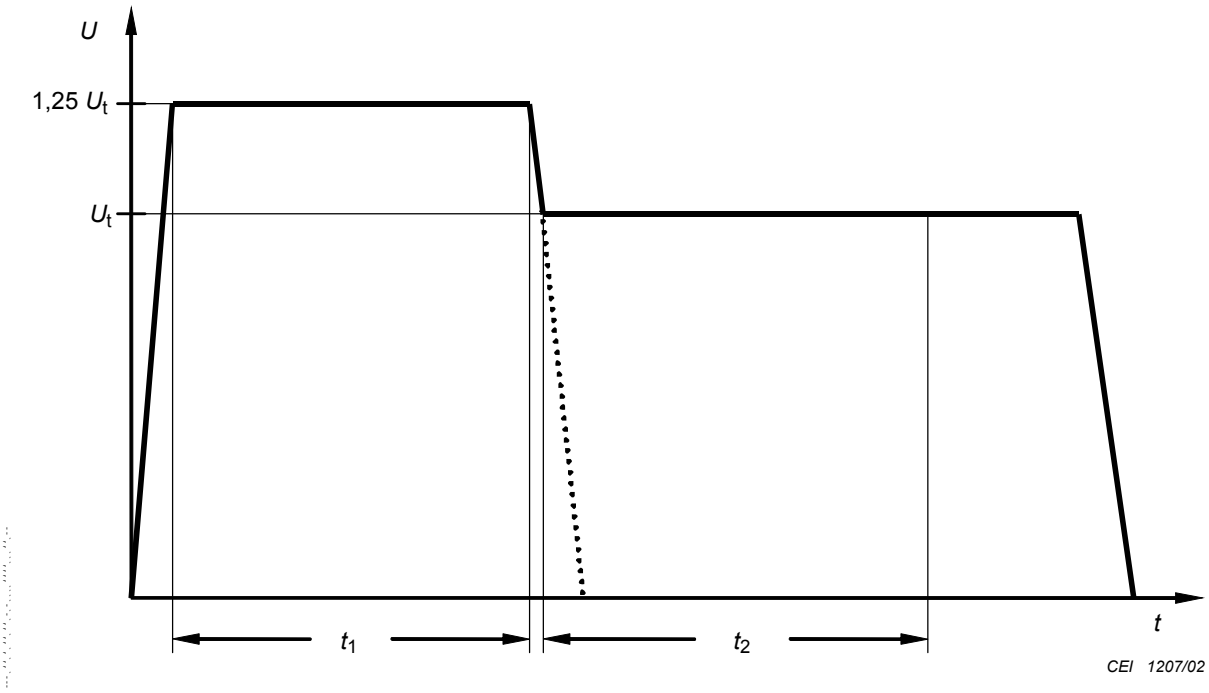


Figure 1 – Tensions d'essai

6.1.3.5.4 Critères d'acceptation

Le paragraphe 6.1.3.5.4 de la Partie 1 s'applique.

6.1.3.6 Essai sous tension continue

L'essai de tension en courant continu avec une tension d'essai égale à la valeur de crête de la tension en courant alternatif n'est pas entièrement équivalent à l'essai de tension en courant alternatif en raison des différentes caractéristiques de résistance de l'isolation solide pour ces types de tensions. Cependant, dans le cas d'une simple contrainte de tension en courant continu, l'essai de tension en courant continu est approprié.

La tension d'essai en courant continu doit être en grande partie exempte d'ondulation. Cette exigence est satisfaite si le rapport entre les valeurs crêtes de la tension et la valeur moyenne est égal à 1,0 ± 3 %. La valeur moyenne de la tension d'essai continue doit être égale à la valeur de crête de la tension d'essai alternative mentionnée en 6.1.3.1 b).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Pour l'isolation principale et l'isolation supplémentaire, la tension d'essai a la même valeur que les tensions mentionnées en 6.1.3.1 b). Pour l'isolation renforcée, la tension d'essai est le double de la valeur utilisée pour l'isolation principale.

La tension d'essai continue doit être uniformément augmentée de 0 V à la valeur spécifiée en 5.4.3.2 dans un intervalle de temps maximal de 5 s et elle doit être maintenue à cette valeur pendant au moins 60 s.

NOTE 1 Dans certains cas, le courant de charge dû aux capacités peut être trop élevé et un temps de montée plus long peut être nécessaire.

Le matériel d'essai est spécifié dans la CEI 61180-2. Il est recommandé que le courant de sortie de court-circuit du générateur ne soit pas inférieur à 200 mA.

NOTE 2 Pour les tensions d'essai supérieures à 3 kV, il est suffisant que la puissance assignée du matériel d'essai soit supérieure ou égale à 600 VA.

Le courant de déclenchement du générateur doit être réglé sur une valeur de 100 mA ou, pour les tensions d'essai supérieures à 6 kV, sur la valeur la plus élevée possible.

NOTE 3 Pour les essais individuels de série, le courant de déclenchement peut être réglé à des niveaux inférieurs mais pas à moins de 10 mA.

6.1.3.7 Essai de tension à haute fréquence

Pour les tensions à haute fréquence selon 5.4.3.2.5, des essais de tension alternative supplémentaires ou de substitution conformément à 6.1.3.4, ou des essais de décharges partielles conformément à 6.1.3.5, peuvent être nécessaires.

NOTE Les informations concernant les caractéristiques de résistance de l'isolation à haute fréquence et les méthodes d'essai sont données dans la CEI 60664-4 .

6.1.4 Exécutions d'essais diélectriques sur un équipement complet

6.1.4.1 Généralités

Le paragraphe 6.1.4.1 de la Partie 1 s'applique.

6.1.4.2 Parties à soumettre à l'essai

Le paragraphe 6.1.4.2 de la Partie 1 s'applique.

6.1.4.3 Préparation des circuits du matériel

Le paragraphe 6.1.4.3 de la Partie 1 s'applique.

6.1.4.4 Valeurs de la tension d'essai

Les circuits raccordés au réseau d'alimentation basse tension sont essayés conformément à 6.1.2 et 6.1.3 de cette Partie 5.

La tension d'essai entre deux circuits du matériel doit avoir la valeur correspondant à la tension la plus élevée qui peut réellement apparaître entre ces circuits.

6.1.4.5 Critères d'essai

Le paragraphe 6.1.4.5 de la Partie 1 s'applique.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.1.5 Autres essais

Le paragraphe 6.1.5 de la Partie 1 s'applique.

6.1.6 Précision de mesurage des paramètres d'essai

Le paragraphe 6.1.6 de la Partie 1 s'applique.

6.2 Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement

Le paragraphe 6.2 de la Partie 1 s'applique à l'exception près que seuls les exemples 1, 5 et 11 sont applicables dans le cadre de cette norme.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe A
(informative)

Dimensionnement pour maintenir la résistance d'isolement minimale

A.1 Remarques préliminaires

La présente annexe donne des informations concernant le dimensionnement des lignes de fuite pour maintenir une résistance d'isolement appropriée pour les tensions efficaces jusqu'à 10 000 V, renvoyant à des lignes de fuite jusqu'à 250 mm. Ces informations sont données, bien que le domaine d'application de la présente Partie 5 soit limité aux distances jusqu'à 2 mm, dans la mesure où cette caractéristique de ligne de fuite est fondée sur les niveaux d'humidité et non pas sur les degrés de pollution.

A.2 Corrélation entre la résistance d'isolement minimale et les niveaux d'humidité

La conformité avec le courant de fuite maximal spécifié ou les exigences minimales de résistance d'isolement peut être vérifiée en utilisant les valeurs de résistance du Tableau A.1, en tenant compte de l'humidité relative maximale à attendre à la surface de l'isolation. Les valeurs du Tableau A.1 sont fondées sur les données de recherche pour les lignes de fuite données au Tableau A.2 entre conducteurs parallèles ayant une longueur de 50 mm. Pour les autres dimensions longitudinales, on peut estimer que la résistance d'isolement a une relation inversement proportionnelle.

Les valeurs du Tableau A.1 montrent la relation entre les niveaux d'humidité et l'humidité relative du micro-environnement et sont valables tant qu'il n'y a pas de condensation à la surface de l'isolation.

Tableau A.1 – Résistance minimale d'isolement

Niveau d'humidité	Humidité relative		Résistance minimale d'isolement
	En continu %	De courte durée %	Ω
HL 2 a)	≤75	≤75	$>10^6$
HL 2	≤75	≤85	$>10^5$
HL 3	≤95	≤95	$>10^4$

NOTE 1 Une humidité relative supérieure à 95 % qui existe pendant une longue période peut donner lieu à une réduction plus importante de la résistance d'isolement. Cependant, en général, la résistance d'isolement restera supérieure à 10^3 Ω.

NOTE 2 Les valeurs pour la résistance d'isolement minimale s'appliquent aux conditions du cas le plus défavorable. Les valeurs moyennes minimales sont au moins à un niveau de grandeur supérieur.

NOTE 3 Les résultats d'essai montrent que la résistance d'isolement sera réduite d'environ deux niveaux si l'humidité relative est portée de 50 % à 75 %. L'augmentation de l'humidité relative de 75 % à 95 % réduira encore la résistance d'isolement d'environ deux niveaux.

a) La résistance d'isolement minimale $>10^6$ Ω peut seulement être maintenue dans la condition HL 2 si l'humidité relative ne dépasse pas 75 % même sur de courtes durées.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

A.3 Dimensionnement

Les dimensions du Tableau A.2 et du Tableau 5 s'appliquent à l'humidité la plus élevée spécifiée au Tableau A.1. Une humidité supérieure à 95 % ou de la condensation, lorsqu'une tension est appliquée à travers la ligne de fuite, donnera une résistance d'isolement amoindrie en permanence.

Les dimensions minimales pour les lignes de fuite au Tableau A.2 ont été déterminées par évaluation des données collectées systématiquement et calculées pour une durée de vie du matériel estimée à au moins 15 ans sous contrainte continue de tension.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau A.2 – Lignes de fuite pour maintenir la résistance d'isolement minimale

Tension efficace[a] V	Lignes de fuite minimales			
	Niveau d'humidité			
	HL 2 tension continue mm	HL 2 tension alternative mm	HL 3 tension continue mm	HL 3 tension alternative [b] mm
≤40			1,0	1,00
50			1,0	1,25
63	0,16	0,16	1,0	1,6
80	0,19	0,19	1,2	2,0
100	0,22	0,22	1,4	2,5
125	0,25	0,27	1,6	3,1
160	0,30	0,42	1,9	4,0
200	0,35	0,66	2,2	5,0
250	0,40	1,0	2,5	6,3
320	0,63	1,6	3,2	8,0 [c]
400	1,0	2,5	4,0	10,0
500	1,5	4,0	5,0	12,5
630	2,5	6,3	6,3	16
800	4,0 [c]	8,0 [c]	8,0 [c]	20
1 000	5,0	10,0	10,0	25
1 250	6,3	12,5	12,5	32
1 600	8,0	16	16	40
2 000	10,0	20	20	50
2 500	12,5	25	25	63
3 200	16	32	32	80
4 000	20	40	40	100
5 000	25	50	50	125
6 300	32	63	63	160
8 000	40	80	80	200
10 000	50	100	100	250

[a] Cette tension est

– *pour l'isolation fonctionnelle:*

la tension de service;

– *pour l'isolation principale et supplémentaire des circuits alimentés directement par le réseau (voir le 4.3.2.2.1 de la présente Partie 5):*

la tension provenant du Tableau F.3a de la Partie 1 ou du Tableau F.3b de la Partie 1, sur la base de la tension assignée du matériel, ou

de la tension assignée d'isolement;

– *pour l'isolation principale et supplémentaire des systèmes, matériels et circuits internes alimentés directement par le réseau (voir 4.3.2.2.2 de la Partie 1)*:

la tension efficace la plus élevée qui peut apparaître dans le système, le matériel ou le circuit interne alimentés en tension assignée et dans la combinaison des conditions d'emploi les plus sévères fonctionnent dans les limites des caractéristiques de fonctionnement du matériel.

[b] Il convient de ne pas utiliser le stratifié en verre époxy (FR4) et le polycarbonate dans ces conditions.

[c] Ces valeurs et celles pour des tensions plus élevées ont été déterminées par extrapolation linéaire des données de recherche.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe B
(normative)

Essai d'adsorption d'eau

B.1 Objet

Pour le dimensionnement des lignes de fuite du point de vue du contournement, les caractéristiques d'adsorption d'eau du matériau isolant sont applicables. Les groupes d'adsorption d'eau WAG 1, WAG 2, WAG 3 et WAG 4 ont été établis en fonction de la capacité de tenue aux chocs des surfaces des différents matériaux isolants en présence d'humidité. L'objet de cet essai est d'évaluer le groupe d'adsorption d'eau approprié pour la surface des matériaux isolants en déterminant l'humidité relative critique.

B.2 Caractéristiques de tenue des lignes de fuite dans des conditions d'humidité élevée

La capacité de résistance à la tension des lignes de fuite peut être réduite de manière significative par une humidité élevée. Dans ces conditions, l'eau peut être adsorbée sur la surface du matériau isolant. Plus la ligne de fuite est faible, plus l'influence de ce phénomène est importante.

B.3 Méthode d'essai

B.3.1 Echantillon

On utilise un nouvel échantillon de matériau isolant d'une épaisseur d'environ 1,5 mm ayant des dimensions et une configuration d'électrode conformes à la Figure B.1. Il peut être préparé avec les méthodes de traitement des cartes imprimées, auquel cas un nettoyage approprié est essentiel dans la mesure où les résidus de production peuvent influencer de manière significative les résultats d'essai. Les résultats d'essai pour tous les points de mesure doivent être inclus dans l'évaluation de l'essai.

NOTE Si l'échantillon ne peut pas être préparé avec les méthodes de traitement des cartes imprimées, un élément de matériau avec une surface plane peut être utilisé avec les électrodes de plan comme représenté à la Figure B.1, pressées sur la surface. Il convient de réaliser un minimum de 10 essais à différents endroits sur le même échantillon pour prendre en compte la dispersion de l'humidité relative critique causée par la structure hétérogène des matériaux composés. La valeur moyenne des résultats est calculée tant que la diffusion est acceptable.

B.3.2 Mesure de la tension de tenue aux chocs

Le circuit d'essai est représenté à la Figure B.2. La tension d'essai de polarité négative est fournie par un générateur de chocs ayant une forme d'onde de tension de 1,2/50 µs (voir CEI 61180-1) et une impédance de sortie comprise entre 50 Ω et 500 Ω. L'échantillon est placé dans la chambre climatique et l'humidité relative est réglée à la valeur appropriée. L'échantillon est alimenté par le générateur de chocs. La diffusion statistique de la tension de tenue aux chocs peut être réduite par un éclairage aux UV fourni par exemple par une lampe à vapeur de mercure. Il n'y a pas besoin d'éclairage UV si 10 à 20 essais de contournement successifs sont conduits, de préférence sur le même échantillon. Dans ce cas, la diffusion des tensions de contournement est analysée et la tension de tenue est la limite inférieure (3σ – valeur). La tension d'essai appliquée peut être mesurée en utilisant une sonde à haute tension et un oscilloscope de stockage numérique.

NOTE La procédure d'essai peut être contrôlée par un ordinateur si l'interface adaptée est fournie.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

B.3.3 Procédure d'essai

Les échantillons sont préparés avec les espacements d'électrode de 6,3 mm, 2,5 mm, 1 mm, 0,4 mm et 0,16 mm comme indiqué à la Figure B.1. Il convient que les échantillons tiennent compte de l'influence des processus de fabrication sur la surface du matériau, par exemple moulage ou usinage.

La procédure suivante est proposée:

L'échantillon est maintenu à une température de (25 ± 1) °C et à une humidité relative de (70 ± 3) % pendant au moins 4 h. Après ce conditionnement la tension de tenue aux chocs est mesurée conformément à B.3.2 à différentes valeurs d'humidité relative.

La valeur initiale de l'humidité relative est de 70 % et elle est augmentée aussi vite que possible par incréments de 5 % jusqu'à une valeur maximale de 95 %. A chaque incrément la tension de tenue aux chocs est mesurée. On atteint l'humidité critique lorsque la tension de tenue aux chocs a décru jusqu'à 95 % de sa valeur à 70 % d'humidité relative.

Des chocs de tension de grandeurs croissantes sont appliqués à travers chaque espacement d'électrode jusqu'à ce qu'il se produise un contournement. La tension de tenue aux chocs est évaluée selon B.3.2.

L'humidité relative critique est déterminée pour chaque espacement et son groupe d'adsorption d'eau est établi conformément au 5.3.2.3.5. La présentation graphique des résultats d'essai de l'humidité relative critique pour les matériaux indiqués en 5.3.2.3.5 est donnée à la Figure B.3.

NOTE 1 Conformément à la Figure B.1, l'échantillon d'essai contient plusieurs points de mesure pour chaque distance, ce qui permet un essai initial pour l'ajustement de la tension.

NOTE 2 La Figure B.3 est fondée sur des paliers d'humidité plus faibles de 1 %.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

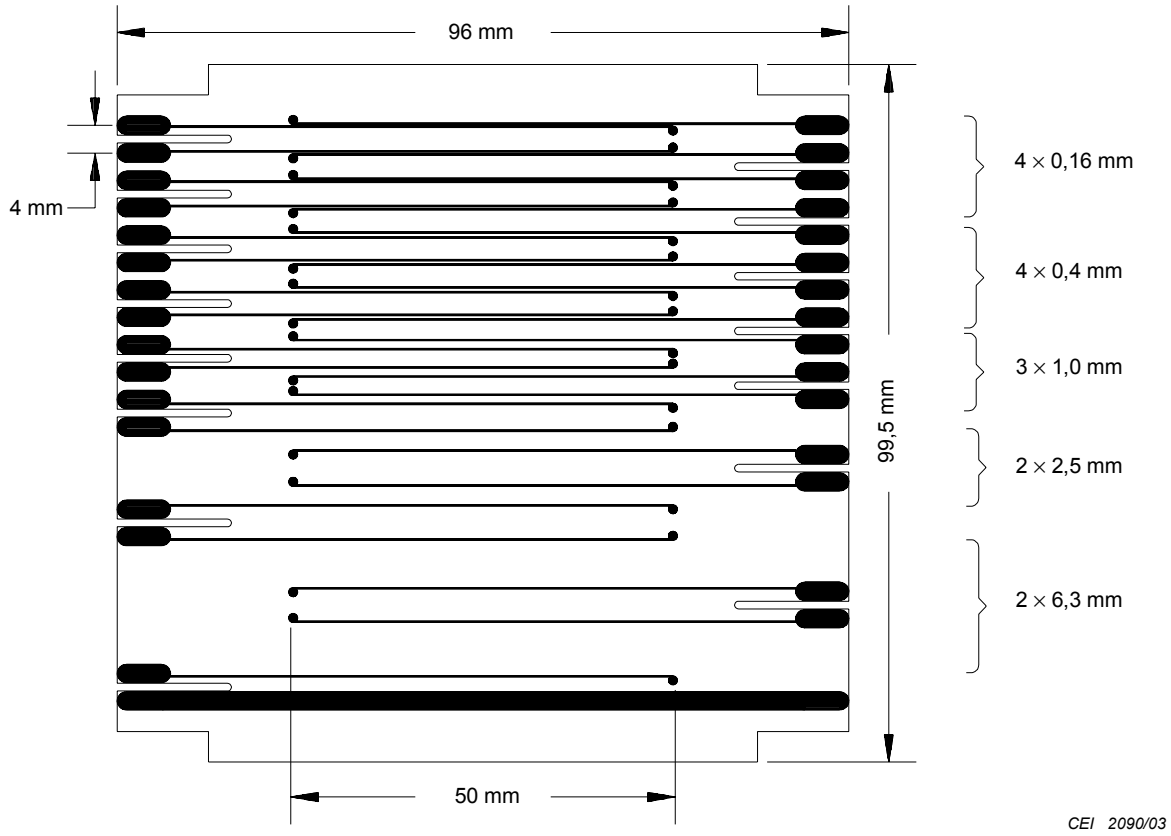
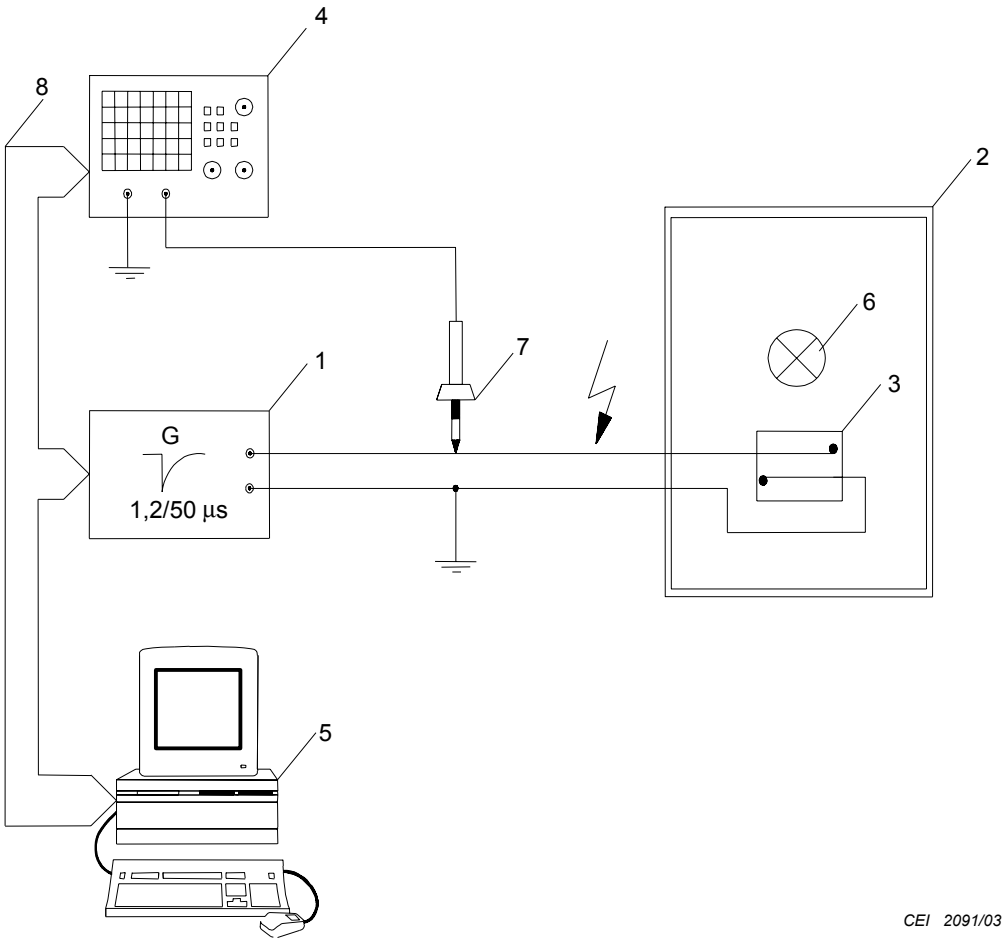


Figure B.1 – Installation de l'échantillon

--`,,```,,,,````-`-,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

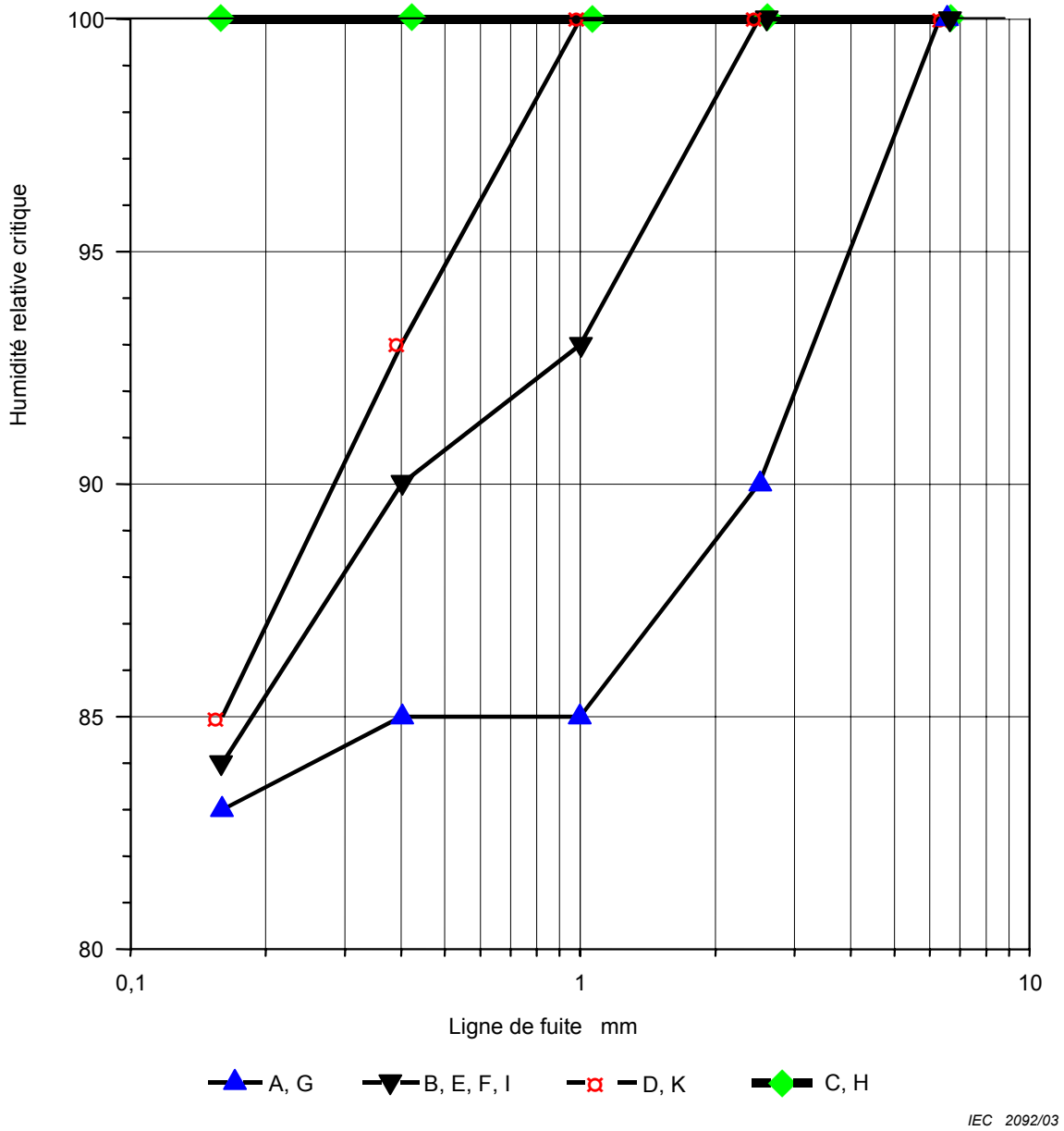


Légende

1 générateur de chocs
2 armoire climatique
3 éprouvette
4 oscilloscope de stockage numérique
5 ordinateur
6 éclairage UV (voir B.3.2)
7 sonde pour haute tension
8 bus de données

Figure B.2 – Circuit d'essai

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



Légende

A céramique (97 % Al_2O_3, non émaillé)

B stratifié en verre époxy FR4

C résine polyester (thermodurci), type 802

D résine phénolique, type 31.5

E stratifié en verre époxy à film en polyimide FR4

F stratifié papier à résine phénolique FR2

G stratifié en polyester GPO III

H résine mélamine, type 150

I polybutylène-téréphtalate

K polycarbonate

Figure B.3 – Humidité relative critique des matériaux isolants

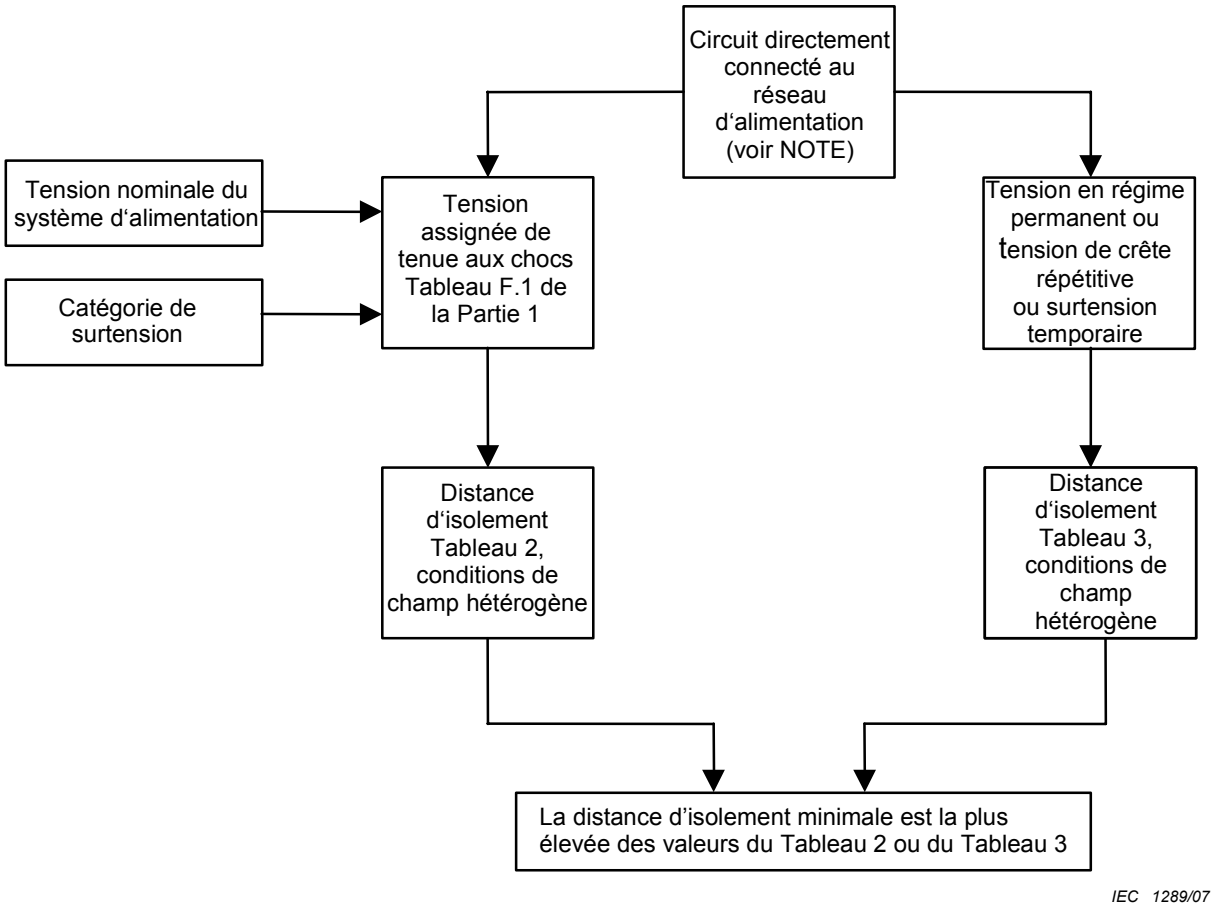
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe C
(informative)

Schémas de dimensionnement

Les schémas suivants montrent les relations entre les facteurs qui influencent le dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite pour la coordination de l'isolement. Les schémas mettent en valeur les facteurs essentiels et ne sont pas destinés à remplacer la lecture complète des paragraphes correspondants.

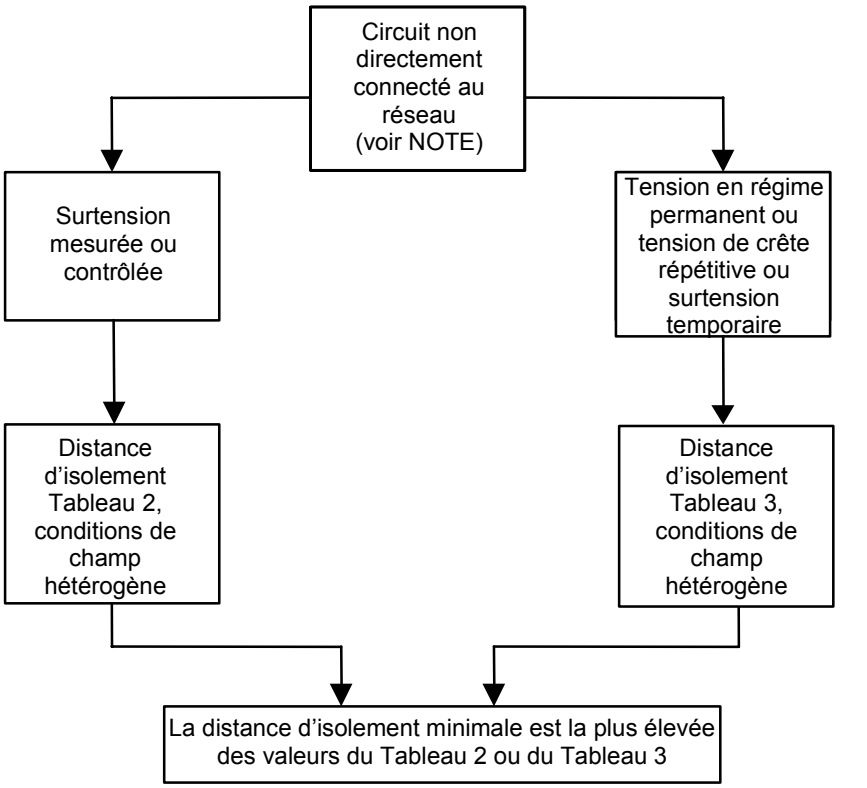
Il est à noter que les procédures de dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite sont indépendantes. C'est pourquoi, lorsqu'une distance d'isolement et une ligne de fuite coïncident sur la même surface d'isolement, on doit utiliser soit la distance d'isolement soit la ligne de fuite, selon celle qui est la plus importante.



NOTE Comprend tous les circuits affectés par des tensions externes.

Figure C.1 – Schéma pour le dimensionnement des distances d'isolement des circuits directement connectés au secteur

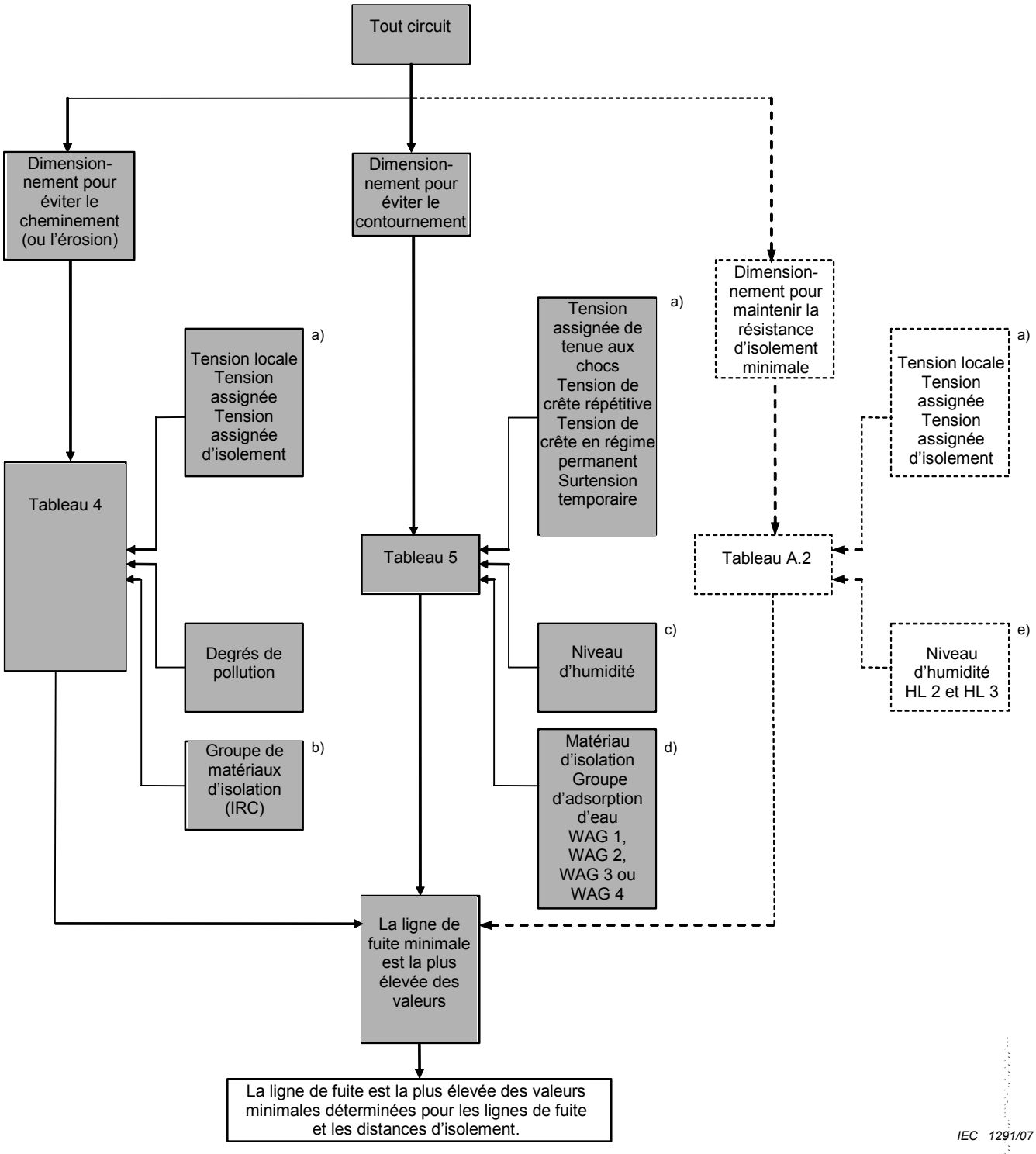
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



NOTE Comprend tous les circuits qui ne sont pas affectés de manière significative par des tensions transitoires externes.

Figure C.2 – Schéma pour le dimensionnement des circuits qui ne sont pas directement connectés au secteur

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



NOTE Les rectangles en pointillés ne sont donnés qu'à titre informatif.

Etapes pour le dimensionnement de la ligne de fuite minimale:

a) Utiliser la valeur de tension la plus élevée.

b) Pour le verre, la céramique ou d'autres matériaux isolants inorganiques qui ne donnent pas lieu à cheminement, les lignes de fuite n'ont pas à être supérieures à leur distance d'isolement associée, mais voir 5.3.2.3.4.

c) Dans des conditions HL 1, la valeur de la distance d'isolement correspondante est utilisée. Dans des conditions HL 2 ou HL 3, le Tableau 5 est utilisé.

d) Le groupe d'adsorption d'eau peut être déterminé par l'essai de l'Annexe B.

e) Dans des conditions HL 1, la valeur de la distance d'isolement correspondante est utilisée. Dans des conditions HL 2 ou HL 3, le Tableau A.2 est utilisé.

Figure C.3 – Schéma pour le dimensionnement des lignes de fuite

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe D
(informative)

Essai de tension de tenue pour ligne de fuite dans des conditions humides

L'essai approprié pour les lignes de fuite en ce qui concerne leur capacité de tenue dans des conditions humides est l'essai de tension de tenue aux chocs. Bien qu'il ne soit pas difficile d'appliquer cet essai pour une ligne de fuite isolée, il peut ne pas être possible en pratique d'utiliser cet essai pour un matériel complet dans la mesure où il n'est pas toujours possible d'isoler les lignes de fuite.

La procédure d'essai suivante introduit un essai en courant alternatif ou continu qui peut remplacer l'essai de tension de tenue pour un matériel soumis à des conditions humides. Cet essai couvre également les exigences de tenue pour les surtensions temporaires de courte durée.

Les conditions humides sont choisies conformément au niveau d'humidité approprié. Les niveaux suivants d'humidité relative sont recommandés: HL 2, 85 % et HL 3, 95 %. Le matériel est maintenu au niveau d'humidité et à une température de (25 ± 1) °C pendant au moins 4 h avant les essais.

Le circuit est préparé conformément au 6.1.4.3 de la Partie 1 et comme indiqué à la Figure D.1. La tension d'essai a une fréquence de 50/60 Hz ou est en courant continu avec une valeur de tension égale à la tension de crête en courant alternatif. Pour l'isolation principale, la valeur efficace de la tension d'essai est de 1 200 V + U_n ou 0,707 fois la tension assignée de tenue aux chocs conformément au Tableau F.1 de la Partie 1 corrigée par un facteur de correction conformément à 6.1.2.2.1.3 de la Partie 1, en prenant la valeur la plus élevée. La tension est appliquée pendant la durée spécifiée en 6.1.3.4.1.

NOTE Comme exemple, pour un matériel de la catégorie de surtension II à une altitude de 2 000 m ayant une tension assignée de U_n = 250 V, la valeur de la tension d'essai en courant alternatif pour l'isolation de base est la plus élevée de 1 200 V + 250 V ou 0,707 × 2 500 V × 1, ainsi la tension d'essai est de 1 768 V en valeur efficace. La tension d'essai correspondante en courant continu est la plus élevée de 1,414 × (1 200 V + 250 V) ou 2 500 V, ainsi la tension d'essai est de 2 500 V en courant continu.

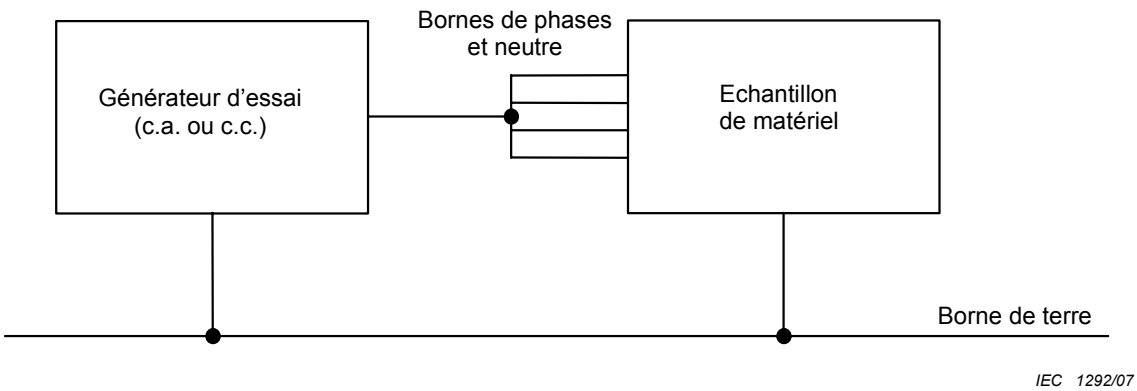


Figure D.1 – Arrangement pour l'essai de tension de tenue

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Bibliographie

[1] Zentralverband Elektrotechnik-und Elektronikindustrie e.V. [ZVEI], *Kurzzeitspannungsfestigkeit kleiner Isolierstrecken unter dem Einfluss natürlicher Umgebungsbedingungen (Capacité de tenue de distances d'isolement de faible valeur sous l'influence de conditions d'environnement différentes)* May 1989

[2] Zentralverband Elektrotechnik -und Elektronikindustrie e.V. [ZVEI], *Kriechstromsichere Bemessung von Isolierungen bei Niederspannung (Dimensionnement de l'isolation pour les matériels à basse tension pour éviter les défaillances dues au cheminement)* May 1989

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

ISBN 2-8318-9246-5



ICS 29.080.30

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale