NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60071-1

Huitième édition
Eighth edition
2006-01

Coordination de l'isolement –

Partie 1:
Définitions, principes et règles

Insulation co-ordination –

Part 1:
Definitions, principles and rules



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60071-1:2006

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

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

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

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

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

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

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

.

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

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60071-1

Huitième édition
Eighth edition
2006-01

Coordination de l'isolement –

Partie 1:
Définitions, principes et règles

Insulation co-ordination –

Part 1:
Definitions, principles and rules

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

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

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE V

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

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 6

1 Domaine d'application 10
2 Références normatives 10
3 Termes et définitions 12
4 Symboles et abréviations 26
4.1 Généralités 26
4.2 Indices 26
4.3 Symboles littéraux 26
4.4 Abréviations 28
5 Procédure pour la coordination de l'isolement 28
5.1 Généralités sur la procédure 28
5.2 Détermination des tensions et surtensions représentatives (U_{rp}) 32
5.3 Détermination des tensions de tenue de coordination (U_{cw}) 34
5.4 Détermination des tensions de tenue requises (U_{rw}) 36
5.5 Choix du niveau d'isolement assigné 36
5.6 Liste des tensions de tenue assignées normalisées de courte durée à fréquence industrielle 38
5.7 Liste des tensions de tenue assignées normalisées aux chocs 38
5.8 Gammes de la tension la plus élevée pour le matériel 38
5.9 Conditions environnementales 40
5.10 Choix du niveau d'isolement normalisé 40
5.11 Origine des niveaux d'isolement normalisés 48
6 Exigences pour les essais de tension de tenue normalisée 50
6.1 Exigences générales 50
6.2 Essais de tension de tenue normalisée de courte durée à fréquence industrielle 52
6.3 Essais de tension de tenue normalisée aux chocs 52
6.4 Situation d'essai alternative 54
6.5 Essais de tension de tenue normalisée de l'isolation entre phases et de l'isolation longitudinale pour le matériel de la gamme I 54
6.6 Essais de tension de tenue normalisée de l'isolation entre phases et de l'isolation longitudinale pour le matériel de la gamme II 56

Annexe A (normative) Distances dans l'air pour installation garantissant une tension de tenue aux chocs spécifiée 58

Annexe B (informative) Valeurs de niveaux d'isolement assignés pour 1 kV < $U_m \leq$ 245 kV pour des tensions les plus élevées pour le matériel U_m non normalisées par la CEI, fondées sur la pratique existant dans certains pays 66

Bibliographie 68

Figure 1 – Organigramme de détermination du niveau d'isolement assigné ou normalisé 30

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

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 7

1 Scope 11
2 Normative references 11
3 Terms and definitions 13
4 Symbols and abbreviations 27
4.1 General 27
4.2 Subscripts 27
4.3 Letter symbols 27
4.4 Abbreviations 29
5 Procedure for insulation co-ordination 29
5.1 General outline of the procedure 29
5.2 Determination of the representative voltages and overvoltages (U_{rp}) 33
5.3 Determination of the co-ordination withstand voltages (U_{cw}) 35
5.4 Determination of the required withstand voltage (U_{rw}) 37
5.5 Selection of the rated insulation level 37
5.6 List of standard rated short-duration power frequency withstand voltages 39
5.7 List of standard rated impulse withstand voltages 39
5.8 Ranges for highest voltage for equipment 39
5.9 Environmental conditions 41
5.10 Selection of the standard insulation level 41
5.11 Background of the standard insulation levels 49
6 Requirements for standard withstand voltage tests 51
6.1 General requirements 51
6.2 Standard short-duration power-frequency withstand voltage tests 53
6.3 Standard impulse withstand voltage tests 53
6.4 Alternative test situation 55
6.5 Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests for equipment in range I 55
6.6 Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests for equipment in range II 57

Annex A (normative) Clearances in air to assure a specified impulse withstand voltage installation 59

Annex B (informative) Values of rated insulation levels for 1kV < $U_m \leq$ 245 kV for highest voltages for equipment U_m not standardized by IEC based on current practice in some countries 67

Bibliography 69

Figure 1 – Flow chart for the determination of rated or standard insulation level 31

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 – Classes et formes des surtensions, des formes de tension normalisées et des essais de tension de tenue normalisée 32

Tableau 2 – Niveaux d'isolement normalisés pour la gamme I (1 kV < U_m ≤ 245 kV) 44

Tableau 3 – Niveaux d'isolement normalisés pour la gamme II (U_m > 245 kV) 46

Tableau A.1 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de foudre et les distances dans l'air minimales 60

Tableau A.2 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de manœuvre et les distances dans l'air minimales phase-terre 62

Tableau A.3 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de manœuvre et les distances dans l'air minimales phase-phase 64

Tableau B.1 – Valeurs de niveaux d'isolement assignés pour 1 kV < U_m ≤ 245 kV pour des tensions les plus élevées pour le matériel U_m non normalisées par la CEI, fondées sur la pratique existant dans certains pays 66

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 – Classes and shapes of overvoltages, Standard voltage shapes and Standard withstand voltage tests 33

Table 2 – Standard insulation levels for range I (1kV < U_m ≤ 245 kV)..... 45

Table 3 – Standard insulation levels for range II (U_m > 245 kV) 47

Table A.1 – Correlation between standard rated lightning impulse withstand voltages and minimum air clearances 61

Table A.2 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages and minimum phase-to-earth air clearances..... 63

Table A.3 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages and minimum phase-to-phase air clearances 65

Table B.1- Values of rated insulation levels for 1kV < U_m ≤ 245 kV for highest voltages for equipment U_m not standardized by IEC based on current practice in some countries..... 67

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 –

Partie 1: Définitions, principes et règles

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 60071-1 a été établie par le comité d'études 28 de la CEI: Coordination de l'isolement.

Cette huitième édition annule et remplace la septième édition publiée en 1993 et constitue une révision technique.

Les principaux changements par rapport à l'édition précédente sont ceux qui suivent:

– dans les définitions (3.26, 3.28 et 3.29) et dans les conditions environnementales (5.9) prises en compte, clarification des corrections atmosphérique et d'altitude impliquées dans le processus de coordination de l'isolement;
– dans la liste des tensions de tenue assignées normalisées de courte durée à fréquence industrielle mentionnées en 5.6, introduction de 115 kV;

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

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 CO-ORDINATION –

Part 1: Definitions, principles and rules

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 60071-1 has been prepared by IEC technical committee 28: Insulation co-ordination.

This eighth edition cancels and replaces the seventh edition published in 1993 and constitutes a technical revision.

The main changes from the previous edition are as follows:

– in the definitions (3.26, 3.28 and 3.29) and in the environmental conditions (5.9) taken into account clarification of the atmospheric and altitude corrections involved in the insulation co-ordination process;
– in the list of standard rated short-duration power frequency withstand voltages reported in 5.6 addition of 115 kV;

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

– dans la liste des tensions de tenue assignées normalisées aux chocs indiquées en 5.7, introduction de 200 kV et 380 kV;

– dans les niveaux de tenue normalisés pour la gamme I (1kV < $U_m \leq 245$ kV) (Tableau 2), introduction de la tension la plus élevée pour le matériel U_m = 100 kV;

– dans les niveaux de tenue normalisés pour la gamme II ($U_m > 245$ kV) (Tableau 3) remplacement de 525 kV par 550 kV et de 765 kV par 800 kV;

– afin de supprimer cette partie dans la révision prochaine de la CEI 60071-2, introduction de l'Annexe A relative aux distances dans l'air pour installation avec tension de tenue aux chocs spécifiée;

– dans l'Annexe B, limitation à deux valeurs de U_m pour les valeurs de niveaux d'isolement assignés pour 1 kV < $U_m \leq 245$ kV pour des tensions les plus élevées pour le matériel U_m non normalisées par la CEI, fondées sur la pratique existant dans certains pays.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
28/176/FDIS	28/177/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.

La CEI 60071 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Coordination de l'isolement*:

Partie 1: Définitions, principes et règles

Partie 2: Guide d'application

Partie 4: Guide de calcul de coordination de l'isolement et de modélisations des réseaux électriques

Partie 5: Procédures pour les stations de conversion à courant continu haute tension (CCHT)

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

– in the list of standard rated impulse withstand voltages reported in 5.7, addition of 200 kV and 380 kV;

– in the standard insulation levels for range I (1kV < U_m ≤ 245 kV) (Table 2) addition of the highest voltage for equipment U_m = 100 kV;

– in the standard insulation levels for range II (U_m > 245 kV) (Table 3) replacement of 525 kV by 550 kV and of 765 kV by 800 kV;

– in order to remove that part in the next revision of IEC 60071-2, addition of Annex A dealing with clearances in air to assure a specified impulse withstand voltage in installation;

– in Annex B, limitation at two U_m values for the values of rated insulation levels for 1kV < U_m ≤ 245 kV for highest voltages for equipment U_m not standardized by IEC based on current practice in some countries.

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

FDIS	Report on voting
28/176/FDIS	28/177/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.

The IEC 60071 comprises the following parts under the general title *Insulation co-ordination:*

Part 1: Definitions, principles and rules

Part 2: Application guide

Part 4: Computational guide to insulation co-ordination and modelling of electrical networks

Part 5: Procedures for high-voltage direct current (HVDC) converter stations

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

COORDINATION DE L'ISOLEMENT –

Partie 1: Définitions, principes et règles

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60071 s'applique aux réseaux à tension alternative triphasée dont la tension la plus élevée pour le matériel est supérieure à 1 kV. Elle spécifie la procédure pour le choix des tensions de tenue assignées normalisées pour l'isolation phase-terre, l'isolation entre phases et l'isolation longitudinale du matériel et des installations de ces réseaux. Elle donne également les listes des valeurs normalisées parmi lesquelles il convient de choisir les tensions de tenue assignées normalisées.

Cette norme recommande que les tensions de tenue choisies soient associées aux tensions les plus élevées pour le matériel. Cette association est destinée aux seules fins de la coordination de l'isolement. Les exigences concernant la sécurité des personnes ne sont pas couvertes par cette norme.

Bien que les principes de cette norme s'appliquent également à l'isolation des lignes de transport d'énergie, les valeurs des tensions de tenue peuvent être différentes des tensions de tenue assignées normalisées.

Il appartient aux comités de produits de spécifier les tensions de tenue et les procédures d'essai appropriées aux matériels correspondants, en prenant les recommandations de cette norme en considération.

NOTE Toutes les règles pour la coordination de l'isolement données dans cette norme sont justifiées en détail dans la CEI 60071-2, en particulier en ce qui concerne l'association des tensions de tenue assignées normalisées avec les tensions les plus élevées pour le matériel. Lorsque plusieurs séries de tensions de tenue assignées normalisées sont associées à la même valeur de la tension la plus élevée pour le matériel, une ligne directrice est donnée pour le choix de la série la plus appropriée.

2 Références normatives

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

CEI 60038:2002, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60071-2, *Coordination de l'isolement – Partie 2: Guide d'application*

CEI 60099-4, *Parafoudres – Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateurs pour réseaux à courant alternatif*

CEI 60507, *Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif*

CEI 60633, *Terminologie pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT)*

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

INSULATION CO-ORDINATION –

Part 1: Definitions, principles and rules

1 Scope

This part of IEC 60071 applies to three-phase a.c. systems having a highest voltage for equipment above 1 kV. It specifies the procedure for the selection of the rated withstand voltages for the phase-to-earth, phase-to-phase and longitudinal insulation of the equipment and the installations of these systems. It also gives the lists of the standard withstand voltages from which the rated withstand voltages should be selected.

This standard recommends that the selected withstand voltages should be associated with the highest voltage for equipment. This association is for insulation co-ordination purposes only. The requirements for human safety are not covered by this standard.

Although the principles of this standard also apply to transmission line insulation, the values of their withstand voltages may be different from the standard rated withstand voltages.

The apparatus committees are responsible for specifying the rated withstand voltages and the test procedures suitable for the relevant equipment taking into consideration the recommendations of this standard.

NOTE In IEC 60071-2, Application Guide, all rules for insulation co-ordination given in this standard are justified in detail, in particular the association of the standard rated withstand voltages with the highest voltage for equipment. When more than one set of standard rated withstand voltages is associated with the same highest voltage for equipment, guidance is provided for the selection of the most suitable set.

2 Normative references

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

IEC 60038:2002, *IEC standard voltages*

IEC 60060-1:1989, H*igh-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-2, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 60099-4, *Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems*

IEC 60507, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems*

IEC 60633, *Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission*

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

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1
coordination de l'isolement
sélection de la rigidité diélectrique des matériels, en fonction des tensions de service et des surtensions qui peuvent apparaître dans le réseau auquel ces matériels sont destinés et compte tenu de l'environnement en service et des caractéristiques des dispositifs de prévention et de protection disponibles

[VEI 604-03-08:1987, modifiée]

NOTE La «rigidité diélectrique» des matériels est prise ici au sens de niveau d'isolement assigné ou de niveau d'isolement normalisé tels que définis respectivement en 3.35 et en 3.36.

3.2
isolation externe
distances dans l'air atmosphérique et sur les surfaces des isolations solides d'un matériel en contact avec l'air atmosphérique, qui sont soumises aux contraintes diélectriques et à l'influence des conditions atmosphériques ou d'autres conditions environnementales provenant du site comme la pollution, l'humidité, les animaux, etc.

[VEI 604-03-02:1987, modifiée]

NOTE L'isolation externe est soit protégée, soit exposée, selon qu'elle est conçue pour être utilisée à l'intérieur ou à l'extérieur d'abris fermés.

3.3
isolation interne
distances internes dans l'isolation solide, liquide ou gazeuse des matériels qui sont à l'abri de l'influence des conditions atmosphériques ou d'autres agents externes

[VEI 604-03-03:1987]

3.4
isolation autorégénératrice
isolation qui, en peu de temps, retrouve intégralement ses propriétés isolantes après une décharge disruptive au cours d'un essai

[VEI 604-03-04:1987, modifiée]

NOTE Une isolation de ce type est généralement, mais pas nécessairement, une isolation externe.

3.5
isolation non autorégénératrice
isolation qui perd ses propriétés isolantes, ou ne les retrouve pas intégralement, après une décharge disruptive au cours d'un essai

[VEI 604-03-05:1987, modifiée]

NOTE Les définitions 3.4 et 3.5 s'appliquent uniquement quand la décharge est provoquée par l'application d'une tension d'essai lors d'un essai diélectrique. Cependant, des décharges apparaissant en service peuvent conduire une isolation autorégénératrice à perdre partiellement ou complètement ses propriétés isolantes d'origine.

3.6
borne de la configuration de l'isolation
l'une ou l'autre des deux bornes entre lesquelles peut être appliquée une tension qui soumet l'isolation à une contrainte. Les types de borne sont:

(a) borne de phase, en service, la tension phase-neutre du réseau est appliquée entre cette borne et le neutre;

(b) borne de neutre, représentant le point neutre du réseau, ou y étant connectée (borne de neutre de transformateur, etc.);

(c) borne de terre, toujours mise directement à la terre en service (cuve de transformateur, socle de sectionneur, structure de pylône, plaque de mise à la terre, etc.)

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

3 Terms and definitions

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

3.1
insulation co-ordination
selection of the dielectric strength of equipment in relation to the operating voltages and overvoltages which can appear on the system for which the equipment is intended and taking into account the service environment and the characteristics of the available preventing and protective devices

[IEC 604-03-08:1987, modified]

NOTE By "dielectric strength" of the equipment, is meant here its rated or its standard insulation level as defined in 3.35 and 3.36 respectively.

3.2
external insulation
distances in atmospheric air, and the surfaces in contact with atmospheric air of solid insulation of the equipment which are subject to dielectric stresses and to the effects of atmospheric and other environmental conditions from the site, such as pollution, humidity, vermin, etc.

[IEC 604-03-02:1987, modified]

NOTE External insulation is either weather protected or non-weather protected, designed to operate inside or outside closed shelters respectively.

3.3
internal insulation
internal distances of the solid, liquid, or gaseous insulation of equipment which are protected from the effects of atmospheric and other external conditions

[IEC 604-03-03:1987]

3.4
self-restoring insulation
insulation which, after a short time, completely recovers its insulating properties after a disruptive discharge during test

[IEC 604-03-04:1987, modified]

NOTE Insulation of this kind is generally, but not necessary, external insulation

3.5
non self-restoring insulation
insulation which loses its insulating properties, or does not recover them completely, after a disruptive discharge during test

[IEC 604-03-05:1987, modified]

NOTE The definitions of 3.4 and 3.5 apply only when the discharge is caused by the application of a test voltage during a dielectric test. However, discharges occurring in service may cause a self-restoring insulation to lose partially or completely its original insulating properties.

3.6
insulation configuration terminal
any of the terminals between any two of which a voltage that stresses the insulation can be applied. The types of terminal are:

(a) phase terminal, between which and the neutral is applied in service the phase-to-neutral voltage of the system;

(b) neutral terminal, representing, or connected to, the neutral point of the system (neutral terminal of transformers, etc.);

(c) earth terminal, always solidly connected to earth in service (tank of transformers, base of disconnectors, structures of towers, ground plane, etc.).

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

3.7
configuration de l'isolation
configuration géométrique complète de l'isolation en service comprenant l'isolation et toutes ses bornes. Elle inclut tous les éléments (isolants et conducteurs) qui influencent son comportement diélectrique. On distingue les configurations de l'isolation suivantes:

3.7.1
configuration de l'isolation triphasée
configuration ayant trois bornes de phase, une borne de neutre et une borne de terre

3.7.2
configuration de l'isolation phase-terre
p-e
configuration d'isolation triphasée dans laquelle on ne tient pas compte des bornes de deux phases et, sauf cas particuliers, dans laquelle la borne de neutre est mise à la terre

3.7.3
configuration de l'isolation phase-phase
p-p
configuration d'isolation triphasée dans laquelle on ne tient pas compte d'une borne de phase. Dans des cas particuliers, les bornes de neutre et de terre ne sont également pas prises en compte

3.7.4
configuration de l'isolation longitudinale
t-t
configuration de l'isolation ayant deux bornes de phase et une borne de terre. Les bornes de phase appartiennent à la même phase d'un réseau triphasé, séparée temporairement en deux parties indépendantes sous tension (par exemple, appareils de connexion ouverts). Les quatre bornes appartenant aux deux autres phases ne sont pas prises en compte ou sont mises à la terre. Dans des cas particuliers, l'une des deux bornes de phase considérées est mise à la terre

3.8
tension nominale d'un réseau
U_n
valeur arrondie appropriée de la tension utilisée pour dénommer ou identifier un réseau

[VEI 601-01-21:1985]

3.9
tension la plus élevée d'un réseau
U_s
valeur la plus élevée de la tension de service entre phases (valeur efficace) qui se présente à un instant et en un point quelconque du réseau dans des conditions d'exploitation normales

[VEI 601-01-23:1985, modifiée]

3.10
tension la plus élevée pour le matériel
U_m
valeur la plus élevée de la tension entre phases (valeur efficace) pour laquelle le matériel est spécifié en ce qui concerne son isolement ainsi que certaines autres caractéristiques qui sont rattachées à cette tension dans les normes proposées pour chaque matériel. Dans les conditions normales de service spécifiées par le comité de produit correspondant, cette tension peut être appliquée au matériel en permanence

[VEI 604-03-01:1987, modifiée]

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

3.7
insulation configuration
complete geometric configuration of the insulation in service, consisting of the insulation and of all terminals. It includes all elements (insulating and conducting) which influence its dielectric behaviour. The following insulation configurations are identified:

3.7.1
three-phase insulation configuration
configuration having three phase terminals, one neutral terminal and one earth terminal

3.7.2
phase-to-earth (p-e) insulation configuration
three-phase insulation configuration where two phase terminals are disregarded and, except in particular cases, the neutral terminal is earthed

3.7.3
phase-to-phase(p-p) insulation configuration
three-phase insulation configuration where one phase terminal is disregarded. In particular cases, the neutral and the earth terminals are also disregarded

3.7.4
longitudinal(t-t) insulation configuration
insulation configuration having two phase terminals and one earth terminal. The phase terminals belong to the same phase of a three-phase system temporarily separated into two independently energized parts (e.g. open switching devices). The four terminals belonging to the other two phases are disregarded or earthed. In particular cases one of the two phase terminals considered is earthed

3.8
nominal voltage of a system
$\boldsymbol{U}_{\mathbf{n}}$
suitable approximate value of voltage used to designate or identify a system

[IEC 601-01-21:1985]

3.9
highest voltage of a system
$\boldsymbol{U}_{\mathbf{s}}$
highest value of the phase-to-phase operating voltage (r.m.s. value) which occurs under normal operating conditions at any time and at any point in the system

[IEC 601-01-23:1985, modified]

3.10
highest voltage for equipment
$\boldsymbol{U}_{\mathbf{m}}$
highest value of phase-to-phase voltage (r.m.s. value) for which the equipment is designed in respect of its insulation as well as other characteristics which relate to this voltage in the relevant equipment Standards. Under normal service conditions specified by the relevant apparatus committee this voltage can be applied continuously to the equipment

[IEC 604-03-01:1987, modified]

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

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

3.11
réseau à neutre isolé
réseau dont aucun point neutre n'a de connexion intentionnelle avec la terre, à l'exception des liaisons à haute impédance destinées à des dispositifs de protection ou de mesure

[VEI 601-02-24:1985]

3.12
réseau à neutre directement à la terre
réseau dont le ou les points neutres sont reliés directement à la terre

[VEI 601-02-25:1985]

3.13
réseau à neutre non directement à la terre
réseau dont le ou les points neutres sont reliés à la terre par l'intermédiaire d'impédances destinées à limiter les courants de défaut à la terre

[VEI 601-02-26:1985]

3.14
réseau compensé par bobine d'extinction
réseau dont un ou plusieurs points neutres sont reliés à la terre par des réactances compensant approximativement la composante capacitive du courant de défaut monophasé à la terre

[VEI 601-02-27:1985]

NOTE Pour un réseau compensé par bobine d'extinction, le courant résiduel dans le défaut est limité à tel point qu'un arc de défaut dans l'air est généralement auto-extinguible.

3.15
facteur de défaut à la terre
k
en un emplacement donné d'un réseau triphasé, et pour un schéma d'exploitation donné de ce réseau, rapport entre, d'une part, la tension efficace la plus élevée, à la fréquence du réseau, entre une phase saine et la terre pendant un défaut à la terre affectant une phase quelconque ou plusieurs phases en un point quelconque du réseau, et d'autre part la valeur efficace de la tension entre phase et terre à la fréquence du réseau qui serait obtenue à l'emplacement considéré en l'absence du défaut

[VEI 604-03-06:1987]

3.16
surtension
toute tension:

– entre un conducteur de phase et la terre ou à travers une isolation longitudinale dont la valeur de crête dépasse la valeur de crête correspondant à la tension la plus élevée du réseau divisée par $\sqrt{3}$

[VEI 604-03-09:1987, modifiée] ou

– entre conducteurs de phase dont la valeur de crête dépasse l'amplitude de la tension le plus élevée du réseau

[VEI 604-03-09:1987, modifiée]

NOTE Sauf indication contraire clairement stipulée, comme pour les parafoudres, les valeurs de surtension exprimées en p.u. renvoient à $U_s \times \sqrt{2}/\sqrt{3}$.

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

3.11
isolated neutral system
system where the neutral point is not intentionally connected to earth, except for high impedance connections for protection or measurement purposes

[IEC 601-02-24:1985]

3.12
solidly earthed neutral system
system whose neutral point(s) is(are) earthed directly

[IEC 601-02-25:1985]

3.13
impedance earthed (neutral) system
system whose neutral point(s) is(are) earthed through impedances to limit earth fault currents

[IEC 601-02-26:1985]

3.14
resonant earthed (neutral) system
system in which one or more neutral points are connected to earth through reactances which approximately compensate the capacitive component of a single-phase-to-earth fault current

[IEC 601-02-27:1985]

NOTE With resonant earthing of a system, the residual current in the fault is limited to such an extent that an arcing fault in air is usually self-extinguishing.

3.15
earth fault factor
k
at a given location of a three-phase system, and for a given system configuration, the ratio of the highest r.m.s. phase-to-earth power frequency voltage on a healthy phase during a fault to earth affecting one or more phases at any point on the system to the r.m.s. phase-to-earth power frequency voltage which would be obtained at the given location in the absence of any such fault

[IEC 604-03-06:1987]

3.16
overvoltage
any voltage:

– between one phase conductor and earth or across a longitudinal insulation having a peak value exceeding the peak of the highest voltage of the system divided by $\sqrt{3}$;

  [IEC 604-03-09, modified] or

– between phase conductors having a peak value exceeding the amplitude of the highest voltage of the system

  [IEC 604-03-09:1987, modified]

NOTE Unless otherwise clearly indicated, such as for surge arresters, overvoltage values expressed in p.u. refer to $U_s \times \sqrt{2}/\sqrt{3}$

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

3.17
classification des tensions et des surtensions
tensions et surtensions réparties selon les catégories suivantes d'après leur forme et leur durée

NOTE Plus de détails sur les six premières tensions et surtensions suivantes sont aussi donnés au Tableau 1.

3.17.1
tension permanente (à fréquence industrielle)
tension à la fréquence du réseau, considérée comme ayant une valeur efficace constante, appliquée en permanence à toute paire de bornes d'une configuration d'isolation

3.17.2
surtension temporaire
TOV
surtension à fréquence industrielle de durée relativement longue

[VEI 604-03-12:1987, modifiée]

NOTE La surtension peut être non amortie ou faiblement amortie. Dans certains cas, sa fréquence peut être inférieure ou supérieure à la fréquence industrielle dans un rapport de plusieurs unités.

3.17.3
surtension transitoire
surtension de courte durée, ne dépassant pas quelques millisecondes, oscillatoire ou non, généralement fortement amortie

[VEI 604-03-13:1987]

NOTE Les surtensions transitoires peuvent être immédiatement suivies par des surtensions temporaires. S'il en est ainsi, les deux types de surtensions sont considérés comme des événements séparés.

Les surtensions transitoires sont divisées en:

3.17.3.1

surtension à front lent
SFO
surtension transitoire, généralement unidirectionnelle, de durée T_p jusqu'à la valeur de crête telle que 20 μs < T_p ≤ 5 000 μs et de durée de queue T_2 ≤ 20 ms

3.17.3.2
surtension à front rapide
SFO
surtension transitoire, généralement unidirectionnelle, de durée T_p jusqu'à la valeur de crête telle que 0,1 μs < T_1 ≤ 20 μs et de durée de queue T_2 < 300 μs

3.17.3.3
surtension à front très rapide
VFFO
surtension transitoire, généralement unidirectionnelle, de durée jusqu'à la valeur de crête T_f ≤ 0,1 μs et avec ou sans oscillations superposées de fréquence 30 kHz < f < 100 MHz

3.17.4
surtension combinée
consistant en deux composantes de tension appliquées simultanément entre chacune des deux bornes de phase d'une isolation entre phases (ou longitudinale) et la terre. Elle est classée selon la composante de la valeur de crête la plus élevée (temporaire, à front lent, à front rapide ou à front très rapide)

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

3.17
classification of voltages and overvoltages
according to their shape and duration, voltages and overvoltages are divided in the following classes

NOTE More details on the following six first voltages and overvoltages are also given in Table 1.

3.17.1
continuous (power frequency) voltage
power-frequency voltage, considered having constant r.m.s. value, continuously applied to any pair of terminals of an insulation configuration

3.17.2
temporary overvoltage
TOV
power frequency overvoltage of relatively long duration

[IEC 604-03-12:1987, modified]

NOTE The overvoltage may be undamped or weakly damped. In some cases its frequency may be several times smaller or higher than power frequency.

3.17.3
transient overvoltage
short-duration overvoltage of few milliseconds or less, oscillatory or non-oscillatory, usually highly damped

[IEC 604-03-13:1987]

NOTE Transient overvoltages may be immediately followed by temporary overvoltages. In such cases the two overvoltages are considered as separate events.

Transient overvoltages are divided into:

3.17.3.1
slow-front overvoltage
SFO
transient overvoltage, usually unidirectional, with time to peak 20 μs < $T_p \leq$ 5 000 μs, and tail duration $T_2 \leq$ 20 ms

3.17.3.2
fast-front overvoltage
FFO
transient overvoltage, usually unidirectional, with time to peak 0,1 μs < $T_1 \leq$ 20 μs, and tail duration T_2 < 300 μs

3.17.3.3
very-fast-front overvoltage
VFFO
transient overvoltage, usually unidirectional with time to peak $T_f \leq$ 0,1 μs, and with or without superimposed oscillations at frequency 30 kHz < f < 100 MHz

3.17.4
combined overvoltage
consisting of two voltage components simultaneously applied between each of the two phase terminals of a phase-to-phase (or longitudinal) insulation and earth. It is classified by the component of higher peak value (temporary, slow-front, fast-front or very-fast-front)

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

3.18
formes de tension normalisées pour essai
les formes de tension suivantes sont normalisées:

NOTE Plus de détails sur les trois premières formes de tension normalisées suivantes sont donnés dans la CEI 60060-1 ainsi qu'au Tableau 1.

3.18.1
tension normalisée de courte durée à fréquence industrielle
tension sinusoïdale de fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz et de durée égale à 60 s

3.18.2
tension normalisée de choc de manœuvre
tension de choc ayant une durée jusqu'à la crête de 250 µs et une durée jusqu'à la mi-valeur de 2 500 µs

3.18.3
tension normalisée de choc de foudre
tension de choc ayant une durée de front de 1,2 µs et une durée jusqu'à la mi-valeur de 50 µs

3.18.4
tension normalisée de choc de manœuvre combinée
pour l'isolation entre phases, une tension de choc combinée ayant deux composantes de valeurs de crête égales et de polarités opposées.

La composante positive est une tension de choc de manœuvre normalisée et la composante négative est une tension de choc de manœuvre dont les durées jusqu'à la crête et jusqu'à la mi-valeur ne sont pas inférieures à celles de la composante positive. Il convient que les deux tensions de choc atteignent leur valeur de crête au même instant. Par conséquent, la valeur de crête de la tension combinée est la somme des valeurs de crête de leurs composantes

3.18.5
tension normalisée combinée
pour l'isolation longitudinale, une tension combinée ayant un choc normalisé sur une borne et une tension à fréquence industrielle sur l'autre borne. La composante de choc est appliquée à la valeur de crête de la tension à fréquence industrielle de polarité opposée

3.19
surtensions représentatives
$\boldsymbol{U_{rp}}$
surtensions supposées produire le même effet diélectrique sur l'isolation que les surtensions d'une catégorie donnée apparaissant en service dues à diverses origines.

Elles sont constituées de tensions ayant la forme normalisée de la catégorie en question et peuvent être définies par une valeur, un ensemble de valeurs ou une distribution statistique des valeurs qui caractérisent les conditions de service

NOTE Cette définition s'applique également à la tension permanente à fréquence industrielle qui représente l'effet de la tension de service sur l'isolation.

3.20
dispositif de limitation des surtensions
dispositif qui limite les valeurs de crête des surtensions ou leurs durées ou les deux. Ces dispositifs sont classés en dispositifs de prévention (tel que résistance de préinsertion) ou en dispositifs de protection (tel que parafoudre)

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

3.18
standard voltage shapes for test
the following voltage shapes are standardized:

NOTE More details on the following three first standard voltage shapes are given in IEC 60060-1 and also in Table 1.

3.18.1
standard short-duration power-frequency voltage
sinusoidal voltage with frequency between 48 Hz and 62 Hz, and duration of 60 s

3.18.2
standard switching impulse
impulse voltage having a time to peak of 250 µs and a time to half-value of 2 500 µs

3.18.3
standard lightning impulse
impulse voltage having a front time of 1,2 µs and a time to half-value of 50 µs

3.18.4
standard combined switching impulse
for phase-to-phase insulation, a combined impulse voltage having two components of equal peak value and opposite polarity.

The positive component is a standard switching impulse and the negative one is a switching impulse whose times to peak and half value should not be less than those of the positive impulse. Both impulses should reach their peak value at the same instant. The peak value of the combined voltage is, therefore, the sum of the peak values of the components

3.18.5
standard combined voltage
for longitudinal insulation, a combined voltage having a standard impulse on one terminal and a power frequency voltage on the other terminal. The impulse component is applied at the peak of the power frequency voltage of opposite polarity

3.19
representative overvoltages
U_{rp}
overvoltages assumed to produce the same dielectric effect on the insulation as overvoltages of a given class occurring in service due to various origins.

They consist of voltages with the standard shape of the class, and may be defined by one value or a set of values or a frequency distribution of values that characterize the service conditions

NOTE This definition also applies to the continuous power frequency voltage representing the effect of the service voltage on the insulation.

3.20
overvoltage limiting device
device which limits the peak values of the overvoltages or their durations or both. They are classified as preventing devices (e.g., a preinsertion resistor), or as protective devices (e.g., a surge arrester)

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

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

3.21
niveau de protection au choc de foudre [ou de manœuvre]
U_{pl} [ou U_{ps}]
valeur de crête maximale de la tension admissible aux bornes d'un dispositif de protection soumis, dans des conditions spécifiées, à des chocs de foudre [ou de manœuvre]

[VEI 604-03-56:1987 et VEI 604-03-57:1987]

3.22
critère de performance
base sur laquelle est choisie l'isolation de façon à réduire à un niveau acceptable, du point de vue de l'économie et de celui de l'exploitation, la probabilité que les contraintes diélectriques résultantes imposées aux matériels causent des dommages aux isolations des matériels ou affectent la continuité du service. Ce critère est habituellement exprimé en termes d'un taux de défaillance acceptable (nombre de défaillances par année, nombre d'années entre défaillances, risque de défaillance, etc.) de la configuration de l'isolation

3.23
tension de tenue
valeur de la tension d'essai à appliquer, dans des conditions spécifiées, lors d'un essai de tension de tenue pendant lequel un nombre spécifié de décharges disruptives est toléré. La tension de tenue est désignée par:

a) tension de tenue présumée conventionnelle, lorsque le nombre de décharges disruptives toléré est nul. Cela est supposé correspondre à une probabilité de tenue P_w = 100 %;

b) tension de tenue statistique, lorsque le nombre de décharges disruptives toléré est relatif à une probabilité de tenue spécifiée. Dans cette norme, la probabilité spécifiée est P_w = 90 %.

NOTE Dans cette norme, les tensions de tenue présumées conventionnelles sont spécifiées pour l'isolation non autorégénératrice et les tensions de tenue statistiques le sont pour l'isolation autorégénératrice.

3.24
tension de tenue de coordination
U_{cw}
pour chaque catégorie de tension, valeur de la tension de tenue de la configuration de l'isolation, dans les conditions réelles de service, qui satisfait au critère de performance

3.25
facteur de coordination
K_c
facteur par lequel il faut que la valeur de la surtension représentative soit multipliée pour obtenir la valeur de la tension de tenue de coordination

3.26
conditions atmosphériques normalisées de référence
conditions atmosphériques auxquelles les tensions de tenue assignées normalisées s'appliquent (voir 5.9)

3.27
tension de tenue requise
U_{rw}
tension d'essai qu'il faut que l'isolation tienne dans un essai de tension de tenue normalisée pour s'assurer que l'isolation satisfera au critère de performance lorsqu'elle sera soumise à une catégorie donnée de surtensions dans les conditions réelles de service et pendant toute la durée de service. La tension de tenue requise a la forme de la tension de tenue de coordination et elle est spécifiée en se référant à toutes les conditions de l'essai de tension de tenue normalisée choisi pour vérifier cette tenue

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

3.21
lightning [or switching] impulse protective level
U_{pl} [or U_{ps}]
maximum permissible peak voltage value on the terminals of a protective device subjected to lightning [or switching] impulses under specific conditions

[IEC 604-03-56:1987 and IEC 604-03-57:1987]

3.22
performance criterion
basis on which the insulation is selected so as to reduce to an economically and operationally acceptable level the probability that the resulting voltage stresses imposed on the equipment will cause damage to equipment insulation or affect continuity of service. This criterion is usually expressed in terms of an acceptable failure rate (number of failures per year, years between failures, risk of failure, etc.) of the insulation configuration

3.23
withstand voltage
value of the test voltage to be applied under specified conditions in a withstand voltage test, during which a specified number of disruptive discharges is tolerated. The withstand voltage is designated as:

a) conventional assumed withstand voltage, when the number of disruptive discharges tolerated is zero. It is deemed to correspond to a withstand probability P_w = 100 %;

b) statistical withstand voltage, when the number of disruptive discharges tolerated is related to a specified withstand probability. In this standard, the specified probability is P_w = 90 %.

NOTE In this standard, for non-self-restoring insulation are specified conventional assumed withstand voltages, and for self-restoring insulation are specified statistical withstand voltages.

3.24
co-ordination withstand voltage
U_{cw}
for each class of voltage, the value of the withstand voltage of the insulation configuration in actual service conditions, that meets the performance criterion

3.25
co-ordination factor
K_c
factor by which the value of the representative overvoltage must be multiplied in order to obtain the value of the co-ordination withstand voltage

3.26
standard reference atmospheric conditions
atmospheric conditions to which the standardized withstand voltages apply (see 5.9)

3.27
required withstand voltage
U_{rw}
test voltage that the insulation must withstand in a standard withstand voltage test to ensure that the insulation will meet the performance criterion when subjected to a given class of overvoltages in actual service conditions and for the whole service duration. The required withstand voltage has the shape of the co-ordination withstand voltage, and is specified with reference to all the conditions of the standard withstand voltage test selected to verify it

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

3.28
facteur de correction atmosphérique
K_t
facteur à appliquer à la tension de tenue de coordination pour tenir compte de la différence de tenue diélectrique entre les conditions atmosphériques moyennes en service et les conditions atmosphériques normalisées de référence.

Ce facteur ne s'applique qu'à l'isolation externe, pour toutes les altitudes

NOTE 1 Le facteur K_t permet de corriger les tensions d'essai en tenant compte de la différence entre les conditions atmosphériques réelles pendant les essais et les conditions atmosphériques normalisées de référence. Pour ce facteur, les conditions atmosphériques prises en compte sont la pression de l'air, la température et l'humidité.

NOTE 2 En général, pour les besoins de coordination de l'isolement, seule la correction de pression de l'air a besoin d'être prise en compte.

3.29
facteur de correction de l'altitude
K_a
facteur à appliquer à la tension de tenue de coordination pour tenir compte de la différence de tenue diélectrique entre la pression moyenne correspondant à l'altitude en service et la pression normalisée de référence

NOTE Le facteur de correction de l'altitude K_a fait partie du facteur de correction atmosphérique K_t.

3.30
facteur de sécurité
K_s
facteur global à appliquer à la tension de tenue de coordination, après application du facteur de correction atmosphérique (si nécessaire), pour obtenir la tension de tenue requise en tenant compte de toutes les autres différences de tenue diélectrique entre les conditions en service au cours de la durée de vie et celles de l'essai de tension de tenue normalisée

3.31
tension de tenue réelle d'un matériel ou d'une configuration de l'isolation
U_{aw}
valeur la plus élevée possible de la tension d'essai qui peut être appliquée à un matériel ou à une configuration d'isolation dans un essai de tension de tenue normalisée

3.32
facteur de conversion d'essai
K_{tc}
pour un matériel ou une configuration d'isolation donné, facteur à appliquer à la tension de tenue requise d'une catégorie de surtension donnée, dans le cas où la forme de la tension de tenue normalisée de l'essai de tension de tenue choisi est celle d'une catégorie de surtension différente

NOTE Pour une configuration de matériel ou d'isolation donnée: il faut que le facteur de conversion d'essai de la forme de la tension normalisée (a) en forme de tension normalisée (b) soit supérieur ou égal au rapport entre la tension de tenue réelle pour la forme de tension normalisée (a) et la tension de tenue réelle de la forme de tension normalisée (b).

3.33
tension de tenue assignée
valeur de la tension d'essai, appliquée dans un essai de tension de tenue normalisée, qui permet de vérifier que l'isolation satisfait à une ou plusieurs des tensions de tenue requises. C'est une valeur assignée d'isolation d'un matériel

3.34
tension de tenue assignée normalisée
U_w
valeur normalisée de la tension de tenue assignée telle que recommandée dans cette norme (voir 5.6 et 5.7)

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

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

3.28
atmospheric correction factor
K_t
factor to be applied to the co-ordination withstand voltage to account for the difference in dielectric strength between the average atmospheric conditions in service and the standard reference atmospheric conditions

It applies to external insulation only, for all altitudes

NOTE 1 The factor K_t allows the correction of test voltages taking into account the difference between the actual atmospheric conditions during test and the standard reference atmospheric conditions. For the factor K_t, the atmospheric conditions taken into account are air pressure, temperature and humidity.

NOTE 2 For insulation co-ordination purposes usually only the air pressure correction needs to be taken into account.

3.29
altitude correction factor
K_a
factor to be applied to the co-ordination withstand voltage to account for the difference in dielectric strength between the average pressure corresponding to the altitude in service and the standard reference pressure

NOTE The altitude correction factor K_a is part of the atmospheric correction factor K_t.

3.30
safety factor
K_s
overall factor to be applied to the co-ordination withstand voltage, after the application of the atmospheric correction factor (if required), to obtain the required withstand voltage, accounting for all other differences in dielectric strength between the conditions in service during life time and those in the standard withstand voltage test

3.31
actual withstand voltage of an equipment or insulation configuration
U_{aw}
highest possible value of the test voltage that can be applied to an equipment or insulation configuration in a standard withstand voltage test

3.32
test conversion factor
K_{tc}
for a given equipment or insulation configuration, the factor to be applied to the required withstand voltage of a given overvoltage class, in the case where the standard withstand shape of the selected withstand voltage test is that of a different overvoltage class

NOTE For a given equipment or insulation configuration: the test conversion factor of the standard voltage shape (a) to the standard voltage shape (b) must be higher than or equal to the ratio between the actual withstand voltage for the standard voltage shape (a) and the actual withstand voltage of the standard voltage shape (b).

3.33
rated withstand voltage
value of the test voltage, applied in a standard withstand voltage test that proves that the insulation complies with one or more required withstand voltages. It is a rated value of the insulation of an equipment

3.34
standard rated withstand voltage
U_w
standard value of the rated withstand voltage as specified in this standard (see 5.6 and 5.7)

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

3.35
niveau d'isolement assigné
ensemble de tensions de tenue assignées qui caractérisent la rigidité diélectrique de l'isolation

3.36
niveau d'isolement normalisé
ensemble de tensions de tenue assignées normalisées associées à U_m comme il est recommandé dans cette norme (voir Tableau 2 et Tableau 3)

3.37
essai de tension de tenue normalisée
essai diélectrique effectué dans des conditions spécifiées pour démontrer que l'isolation satisfait à une tension de tenue assignée normalisée.

NOTE 1 Cette norme couvre:

– les essais à la tension de courte durée à fréquence industrielle;

– les essais au choc de manœuvre;

– les essais au choc de foudre;

– les essais au choc de manœuvre combinés;

– les essais à la tension combinée.

NOTE 2 Des informations détaillées complémentaires sur les essais de tension de tenue normalisée sont données dans la CEI 60060-1 (voir également le Tableau 1 pour les formes de la tension d'essai).

NOTE 3 Il convient que les essais de tension de tenue normalisée au choc à front très rapides soient spécifiés par les comités de produit concernés, si nécessaire.

4 Symboles et abréviations

4.1 Généralités

Cette liste ne couvre que les symboles et les abréviations utilisés le plus fréquemment et qui sont utiles pour la coordination de l'isolement.

4.2 Indices

p-e	phase à terre
t-t	longitudinal
max	maximum (CEI 60633)
p-p	entre phases

4.3 Symboles littéraux

f	fréquence
k	facteur de défaut à la terre
K_t	facteur de correction atmosphérique
K_a	facteur de correction d'altitude
K_c	facteur de coordination
K_s	facteur de sécurité
K_{tc}	facteur de conversion d'essai
P_w	probabilité de tenue
T_1	durée de front
T_2	durée jusqu'à la mi-valeur d'une tension décroissante

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

3.35
rated insulation level
set of rated withstand voltages which characterize the dielectric strength of the insulation

3.36
standard insulation level
set of standard rated withstand voltages which are associated to U_m as specified in this standard (see Table 2 and Table 3)

3.37
standard withstand voltage test
dielectric test performed in specified conditions to prove that the insulation complies with a standard rated withstand voltage

NOTE 1 This standard covers:

– short-duration power-frequency voltage tests;

– switching impulse tests;

– lightning impulse tests;

– combined switching impulse tests;

– combined voltage tests.

NOTE 2 More detailed information on the standard withstand voltage tests are given in IEC 60060-1 (see also Table 1 for the test voltage shapes).

NOTE 3 The very-fast-front impulse standard withstand voltage tests should be specified by the relevant apparatus committees, if required.

4 Symbols and abbreviations

4.1 General

The list covers only the most frequently used symbols and abbreviations which are useful for insulation co-ordination.

4.2 Subscripts

p-e	related to phase to earth
t-t	related to longitudinal
max	maximum (IEC 60633)
p-p	related to phase to phase

4.3 Letter symbols

f	frequency
k	earth fault factor
K_t	atmospheric correction factor
K_a	altitude correction factor
K_c	co-ordination factor
K_s	safety factor
K_{tc}	test conversion factor
P_w	withstand probability
T_1	front time
T_2	time to half value of a decreasing voltage

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

T_p	durée jusqu'à la valeur de crête
T_t	durée totale de surtension
U_{aw}	tension de tenue réelle d'un matériel ou d'une configuration de l'isolation
U_{cw}	tension de tenue de coordination
U_m	tension la plus élevée pour le matériel
U_n	tension nominale d'un réseau
U_{pl}	niveau de protection au choc de foudre d'un parafoudre
U_{ps}	niveau de protection au choc de manœuvre d'un parafoudre
U_{rp}	surtension représentative
U_{rw}	tension de tenue requise
U_s	tension la plus élevée d'un réseau
U_w	tension de tenue assignée normalisée

4.4 Abréviations

FFO	surtension à front rapide (fast-front overvoltage)
ACWV	tension de tenue assignée normalisée de courte durée à fréquence industrielle d'un matériel ou d'une configuration de l'isolation (power frequency withstand voltage)
LIPL	niveau de protection au choc de foudre d'un parafoudre (lightning impulse protective level)
SIPL	niveau de protection au choc de manœuvre d'un parafoudre (switching impulse protective level)
LIWV	tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre d'un matériel ou d'une configuration de l'isolation (lightning impulse withstand voltage)
SFO	surtension à front lent (slow-front overvoltage)
SIWV	tension de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre d'un matériel ou d'une configuration de l'isolation (switching impulse withstand voltage)
TOV	surtension temporaire (temporary overvoltage)
VFFO	surtension à front très rapide (very-fast-front overvoltage)

5 Procédure pour la coordination de l'isolement

5.1 Généralités sur la procédure

La procédure pour la coordination de l'isolement consiste à choisir la tension la plus élevée pour le matériel avec un ensemble de tensions de tenue assignées normalisées qui caractérisent l'isolation du matériel nécessaire à l'application. Cette procédure est représentée à la Figure 1 et ses étapes sont décrites de 5.1 à 5.5. L'optimisation de l'ensemble choisi de U_w peut nécessiter la reprise de quelques données d'entrée et la répétition d'une partie de cette procédure.

Les tensions de tenue assignées normalisées doivent être choisies dans les listes de 5.6 et de 5.7. L'ensemble des tensions normalisées choisies constitue un niveau d'isolement assigné. Si les tensions de tenue assignées normalisées sont également associées à la même valeur de U_m conformément à 5.10, cet ensemble constitue un niveau d'isolement normalisé.

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

T_p	time to peak value
T_t	total overvoltage duration
U_{aw}	the actual withstand voltage of an equipment or insulation configuration
U_{cw}	co-ordination withstand voltage
U_m	highest voltage for equipment
U_n	nominal voltage of a system
U_{pl}	lightning impulse protective level of a surge arrester
U_{ps}	switching impulse protective level of a surge arrester
U_{rp}	representative overvoltage
U_{rw}	required withstand voltage
U_s	highest voltage of a system
U_w	standard rated withstand voltage

4.4 Abbreviations

FFO	fast-front overvoltage
ACWV	standard rated short-duration power frequency withstand voltage of an equipment or insulation configuration
LIPL	lightning impulse protective level of a surge arrester
SIPL	switching impulse protective level of a surge arrester
LIWV	standard rated lightning impulse withstand voltage of an equipment or insulation configuration
SFO	slow-front overvoltage
SIWV	standard rated switching impulse withstand voltage of an equipment or insulation configuration
TOV	temporary overvoltage
VFFO	very-fast-front overvoltage

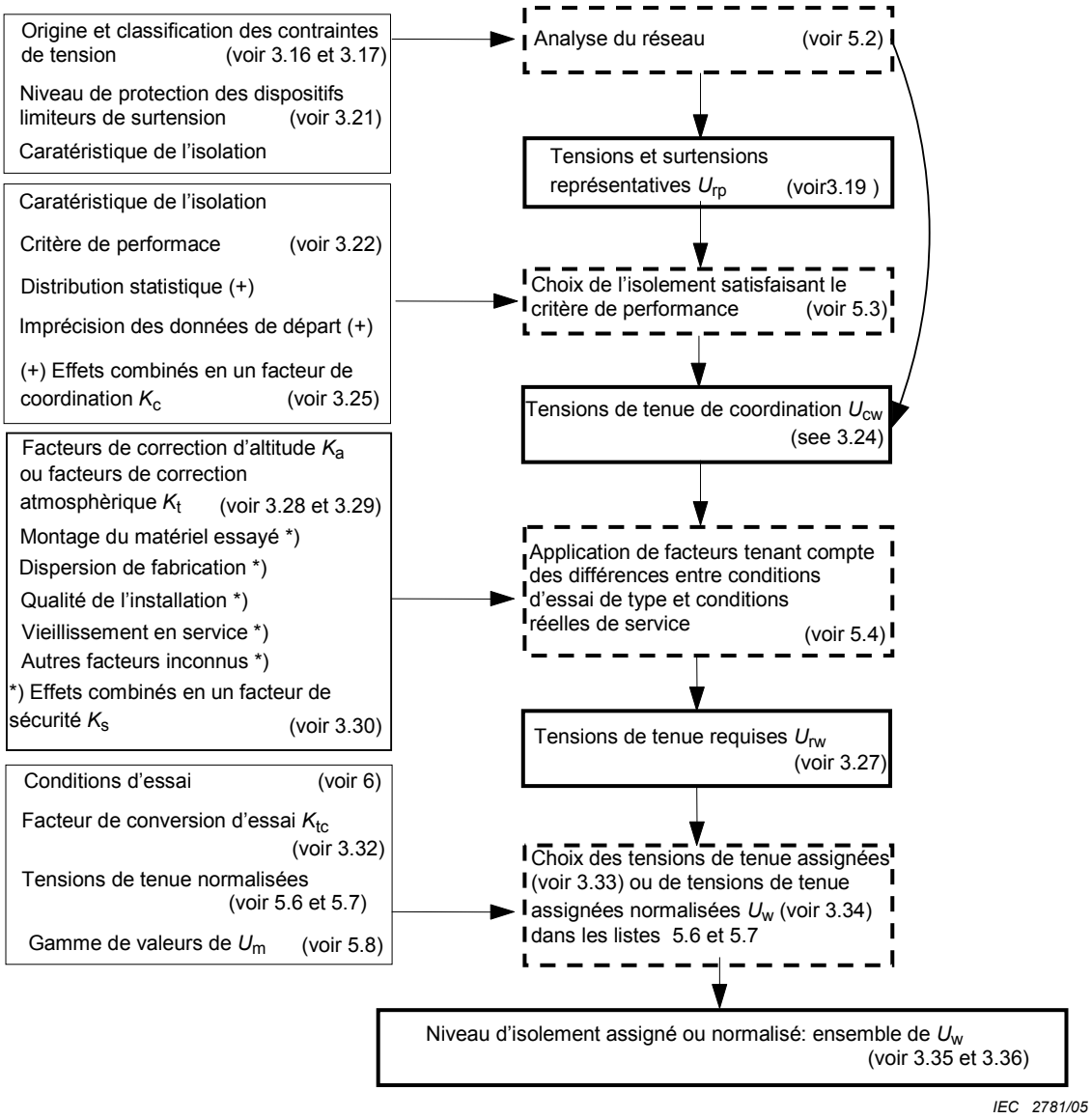
5 Procedure for insulation co-ordination

5.1 General outline of the procedure

The procedure for insulation co-ordination consists of the selection of the highest voltage for the equipment together with a corresponding set of standard rated withstand voltages which characterize the insulation of the equipment needed for the application. This procedure is outlined in Figure 1 and its steps are described in 5.1 to 5.5. The optimization of the selected set of U_w may require reconsideration of some input data and repetition of part of the procedure.

The rated withstand voltages shall be selected from the lists of standard rated withstand voltages given in 5.6 and 5.7. The set of selected standard voltages constitutes a rated insulation level. If the standard rated withstand voltages are also associated with the same U_m according to 5.10, this set constitutes a standard insulation level.

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



NOTE Entre parenthèses, les paragraphes donnant la définition du terme ou la description de l'action.

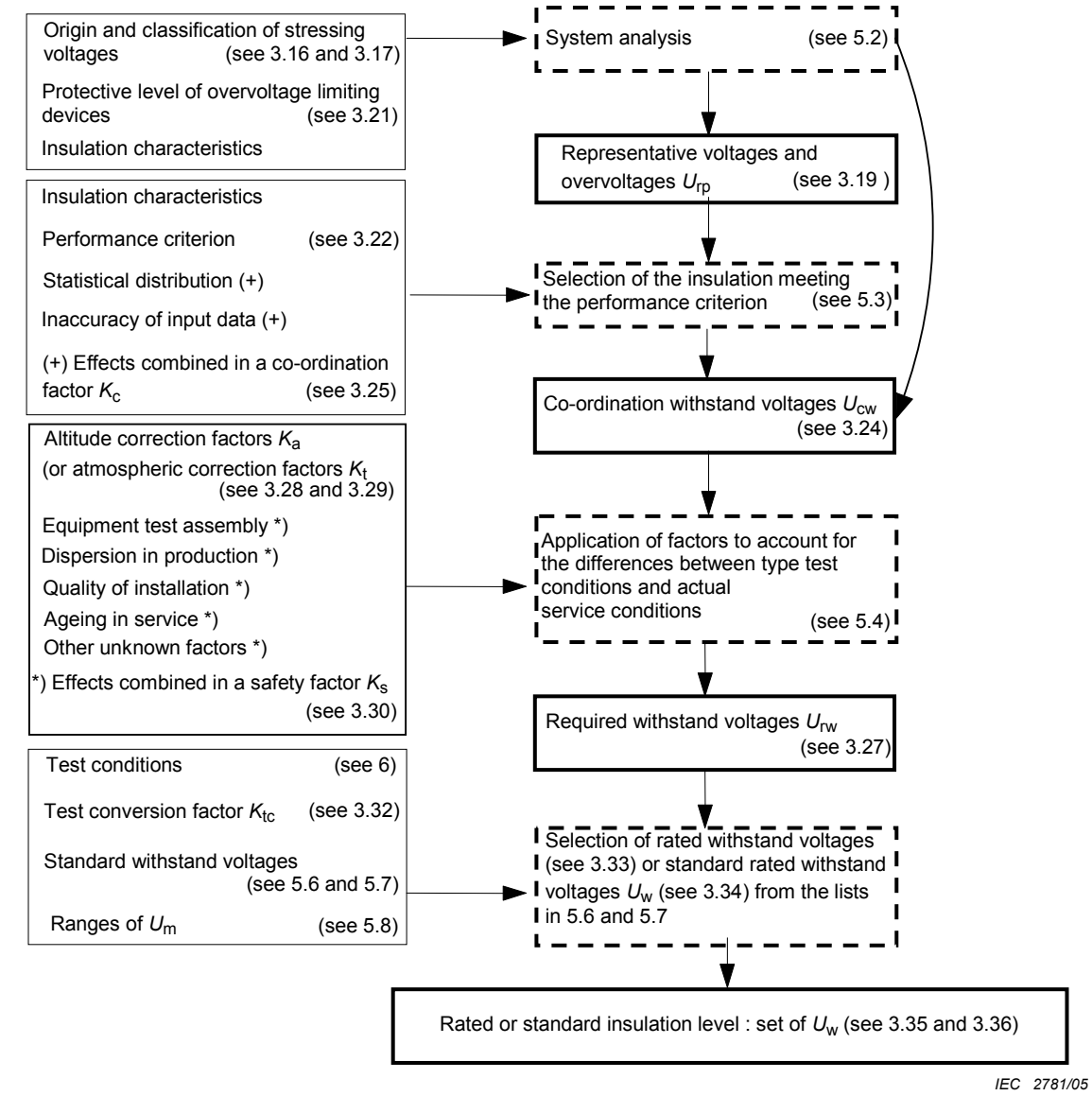
Rectangles faisant référence aux données d'entrées à prendre en compte

Rectangles faisant référence aux actions à effectuer

Rectangles faisant référence aux résultats obtenus

Figure 1 – Organigramme de détermination du niveau d'isolement assigné ou normalisé

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



NOTE In brackets the subclauses reporting the definition of the term or the description of the action.

Sided boxes refer to required input

Sided boxes refer to performed actions

Sided boxes refer to obtained results

Figure 1 – Flow chart for the determination of rated or standard insulation level

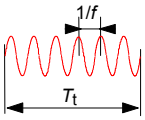
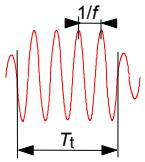
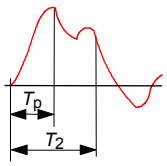
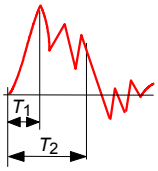
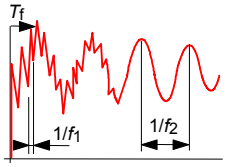
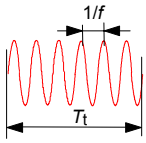
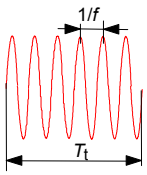
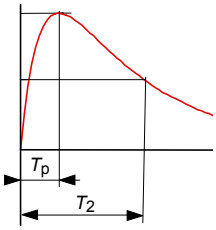
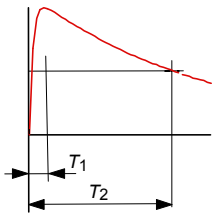
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.2 Détermination des tensions et surtensions représentatives (U_{rp})

Les tensions et les surtensions qui contraignent l'isolation doivent être déterminées en amplitude, en forme et en durée, au moyen d'une analyse de réseau comprenant la sélection et le choix de l'emplacement des dispositifs de limitation et de prévention des surtensions.

Pour chaque catégorie de tensions et de surtensions, cette analyse doit donc permettre de déterminer une tension et une surtension représentative en prenant en compte le comportement de l'isolation qui diffère aux formes de tensions et surtensions du réseau et aux formes de tension normalisées appliquées lors d'un essai de tension de tenue normalisée tel que schématisé au Tableau 1.

Tableau 1 – Classes et formes des surtensions, des formes de tension normalisées et des essais de tension de tenue normalisée

Classe	Basse fréquence		Transitoire		
	Permanente	Temporaire	Front lent	Front rapide	Front très rapide
Formes de tension ou de surtension					
Gamme de formes de tension ou de surtension	f = 50 Hz ou 60 Hz T_t ≥3 600s	10 Hz < f < 500 Hz 0,02 s ≤ T_t ≤ 3 600 s	20 µs < T_p ≤ 5 000 µs T_2 ≤ 20 ms	0,1 µs < T_1 ≤ 20 µs T_2 ≤ 300 µs	T_f ≤ 100 ns 0,3 MHz < f_1 < 100 MHz 30 kHz < f_2 < 300 kHz
Formes de tension normalisées	 f = 50 Hz ou 60 Hz T_t [a]	 48 Hz ≤ f ≤ 62 Hz T_t = 60 s	 T_p = 250 µs T_2 = 2 500 µs	 T_1 = 1,2 µs T_2 = 50 µs	a
Essai de tension de tenue normalisée	a	Essais à la tension de courte durée à fréquence industrielle	Essai de choc de manœuvre	Essai au choc de foudre	a

[a] A spécifier par le comité de produit correspondant.

Les tensions et les surtensions représentatives peuvent être caractérisées par:

– une valeur maximale présumée, ou
– un ensemble de valeurs de crête, ou
– une distribution statistique complète de valeurs de crête.

NOTE Dans le dernier cas, des caractéristiques complémentaires concernant les formes de surtension peuvent devoir être prises en considération.

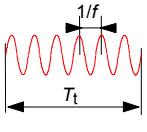
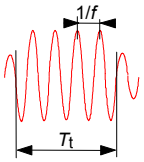
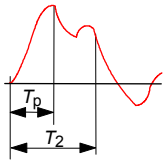
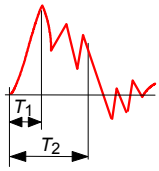
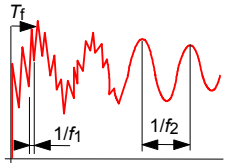
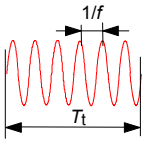
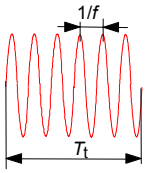
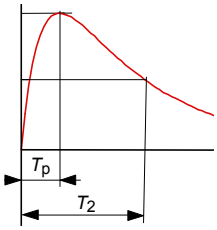
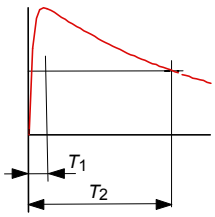
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.2 Determination of the representative voltages and overvoltages (U_{rp})

The voltages and the overvoltages that stress the insulation shall be determined in amplitude, shape and duration by means of a system analysis which includes the selection and location of the overvoltage preventing and limiting devices.

For each class of voltages and overvoltages, this analysis shall then determine a representative voltage and overvoltage, taking into account the characteristics of the insulation with respect to the different behaviour at the voltage or overvoltage shapes in the system and at the standard voltage shapes applied in a standard withstand voltage test as outlined in Table 1.

Table 1 – Classes and shapes of overvoltages, Standard voltage shapes and Standard withstand voltage tests

Class	Low frequency		Transient		
	Continuous	Temporary	Slow-front	Fast-front	Very-fast-front
Voltage or over-voltage shapes					
Range of voltage or over-voltage shapes	f = 50 Hz or 60 Hz T_t ≥3 600s	10 Hz < f < 500 Hz 0,02 s ≤ T_t ≤ 3 600 s	20 µs < T_p ≤ 5 000 µs T_2 ≤ 20 ms	0,1 µs < T_1 ≤ 20 µs T_2 ≤ 300 µs	T_f ≤ 100 ns 0,3 MHz < f_1 < 100 MHz 30 kHz < f_2 < 300 kHz
Standard voltage shapes	 f = 50 Hz or 60 Hz T_t [a]	 48 Hz ≤ f ≤ 62 Hz T_t = 60 s	 T_p = 250 µs T_2 = 2 500 µs	 T_1 = 1,2 µs T_2 = 50 µs	a
Standard withstand voltage test	a	Short-duration power frequency test	Switching impulse test	Lightning impulse test	a

[a] To be specified by the relevant apparatus committees.

The representative voltages and overvoltages may be characterized either by:

– an assumed maximum, or
– a set of peak values, or
– a complete statistical distribution of peak values.

NOTE In the last case additional characteristics of the overvoltage shapes may have to be considered.

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

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

Lorsque l'adoption d'une valeur maximale présumée est jugée adéquate, la surtension représentative des différentes catégories doit être:

– Pour la tension permanente à fréquence industrielle: une tension à fréquence industrielle de valeur efficace égale à la tension la plus élevée du réseau et de durée correspondant à la durée de vie du matériel.
– Pour la surtension temporaire: une tension normalisée de courte durée à fréquence industrielle de valeur efficace égale à la valeur maximale présumée des surtensions temporaires, divisée par $\sqrt{2}$.
– Pour la surtension à front lent: une tension normalisée de choc de manœuvre de valeur de crête égale à la valeur de crête maximale présumée des surtensions à front lent.
– Pour la surtension à front rapide: une tension normalisée de choc de foudre de valeur de crête égale à la valeur de crête maximale présumée des surtensions à front rapide phase-terre.

  NOTE Pour les GIS ou GIL à enveloppe triphasée et niveaux d'isolement normalisés choisis parmi les plus faibles pour une U_m donnée, il peut être nécessaire de prendre en compte les surtensions entre phases.

– Pour la surtension à front très rapide: les caractéristiques de cette catégorie de surtension sont spécifiées par les comités de produit concernés.
– Pour la surtension entre phases à front lent: une tension normalisée de choc de manœuvre combinée de valeur de crête égale à la valeur de crête maximale présumée des surtensions entre phases à front lent.
– Pour la surtension longitudinale à front lent [ou à front rapide]: une tension combinée composée d'une tension normalisée de choc de manœuvre [ou de choc de foudre] et d'une tension à fréquence industrielle, chacune de valeur de crête égale aux deux valeurs de crête maximales présumées correspondantes et dont l'instant correspondant à la crête de la tension de choc coïncide avec celui de la crête de la tension à fréquence industrielle de polarité opposée.

5.3 Détermination des tensions de tenue de coordination (U_{cw})

La détermination des tensions de tenue de coordination consiste à fixer les valeurs minimales des tensions de tenue de l'isolation qui satisfont au critère de performance quand l'isolation est soumise aux surtensions représentatives dans les conditions de service.

Les tensions de tenue de coordination de l'isolation ont la forme des surtensions représentatives de la catégorie considérée et leurs valeurs sont obtenues en multipliant les valeurs des surtensions représentatives par un facteur de coordination. La valeur du facteur de coordination dépend de la précision de l'évaluation des surtensions représentatives et d'une estimation empirique ou statistique de la distribution des surtensions et des caractéristiques de l'isolation.

Les tensions de tenue de coordination peuvent être déterminées soit comme des tensions de tenue présumées conventionnelles, soit comme des tensions de tenue statistiques. Cela influe sur la procédure de détermination et sur les valeurs du facteur de coordination.

La simulation des phénomènes de surtension, combinée à l'évaluation simultanée du risque de défaillance, en utilisant les caractéristiques adéquates de l'isolation, permet de déterminer directement les tensions de tenue de coordination statistiques sans les étapes intermédiaires de détermination des surtensions représentatives.

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

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

When the adoption of an assumed maximum is considered adequate, the representative overvoltage of the various classes shall be:

– For the continuous power-frequency voltage: a power-frequency voltage with r.m.s. value equal to the highest voltage of the system, and with duration corresponding to the lifetime of the equipment.

– For the temporary overvoltage: a standard power-frequency short-duration voltage with an r.m.s. value equal to the assumed maximum of the temporary overvoltages divided by $\sqrt{2}$.

– For the slow-front overvoltage: a standard switching impulse with peak value equal to the peak value of the assumed maximum of the slow-front overvoltages.

– For the fast-front overvoltage: a standard lightning impulse with peak value equal to the peak value of the assumed maximum of the fast-front overvoltages phase to earth.

NOTE For GIS or GIL with three-phase enclosure and insulation levels chosen among the lowest ones for a given U_m, the phase-to-phase overvoltages may need consideration.

– For the very-fast-front overvoltage: the characteristics for this class of overvoltage are specified by the relevant apparatus committees.

– For the slow-front phase-to-phase overvoltage: a standard combined switching impulse with peak value equal to the peak value of the assumed maximum of the slow-front phase-to-phase overvoltages.

– For the slow-front [or fast-front] longitudinal overvoltage: a combined voltage consisting of a standard switching [or lightning] impulse and of a power-frequency voltage, each with peak value equal to the two relevant assumed maximum peak values, and with the instant of impulse peak coinciding with the peak of the power-frequency of opposite polarity.

5.3 Determination of the co-ordination withstand voltages (U_{cw})

The determination of the co-ordination withstand voltages consists of determining the lowest values of the withstand voltages of the insulation meeting the performance criterion when subjected to the representative overvoltages under service conditions.

The co-ordination withstand voltages of the insulation have the shape of the representative overvoltages of the relevant class and their values are obtained by multiplying the values of the representative overvoltages by a co-ordination factor. The value of the co-ordination factor depends on the accuracy of the evaluation of the representative overvoltages and on an empirical, or on a statistical appraisal of the distribution of the overvoltages and of the insulation characteristics.

The co-ordination withstand voltages can be determined as either conventional assumed withstand voltages or statistical withstand voltages. This affects the determination procedure and the values of the co-ordination factor.

Simulations of overvoltage events combined with the simultaneous evaluation of the risk of failure, using the relevant insulation characteristics, permit the direct determination of the statistical co-ordination withstand voltages without the intermediate step of determining the representative overvoltages.

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 Détermination des tensions de tenue requises (U_{rw})

La détermination des tensions de tenue requises de l'isolation consiste à convertir les tensions de tenue de coordination en conditions d'essai normalisées appropriées. Cela est réalisé en multipliant les tensions de tenue de coordination par des facteurs qui compensent les différences entre les conditions réelles de service de l'isolation et celles des essais de tension de tenue normalisée.

Les facteurs à appliquer doivent compenser les conditions atmosphériques par le facteur de correction atmosphérique K_t et les effets de la liste ci-dessous par le facteur de sécurité K_s.

Effets combinés dans le facteur de sécurité K_s:

– les différences dans le montage du matériel;
– la dispersion dans la qualité de production;
– la qualité de l'installation;
– le vieillissement de l'isolation pendant la durée de vie attendue;
– d'autres influences inconnues.

Si, cependant, ces effets ne peuvent pas être évalués individuellement, un facteur de sécurité global, déduit de l'expérience, doit être adopté (voir CEI 60071-2).

Le facteur de correction atmosphérique K_t est uniquement applicable pour l'isolation externe. K_t doit être appliqué pour tenir compte des différences entre les conditions atmosphériques normalisées de référence et celles attendues en service.

Pour la correction d'altitude, le facteur de correction d'altitude K_a qui ne prend en compte que la pression d'air moyenne à l'altitude considérée doit être appliqué. Ce facteur K_a doit être appliqué quelle que soit l'altitude.

5.5 Choix du niveau d'isolement assigné

Le choix du niveau d'isolement assigné consiste à sélectionner l'ensemble de tensions de tenue assignées normalisées (U_w) de l'isolation le plus économique, suffisant pour démontrer que toutes les tensions de tenue requises sont satisfaites.

La tension la plus élevée pour le matériel, est alors choisie comme étant la plus proche valeur normalisée de U_m égale ou supérieure à la tension la plus élevée du réseau dans lequel le matériel sera installé.

Pour le matériel à installer dans des conditions environnementales normales, en ce qui concerne l'isolement, U_m doit au moins être égale à U_s.

Pour le matériel à installer hors des conditions environnementales normales en ce qui concerne l'isolement, U_m peut être choisie supérieure à la plus proche valeur normalisée de U_m égale ou supérieure à U_s selon les besoins spéciaux concernés.

NOTE Comme exemple, le choix d'une valeur U_m supérieure à la plus proche valeur normalisée égale ou supérieure à U_s peut intervenir lorsque le matériel est installé à une altitude supérieure à 1 000 m pour compenser la diminution de la tension de tenue de l'isolation externe.

La normalisation des essais, ainsi que le choix des tensions d'essai appropriées, pour démontrer la conformité à U_m, sont effectués par les comités de produit concernés (par exemple, essais de pollution, essais de la tension d'apparition de décharges partielles…).

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 Determination of the required withstand voltage (U_{rw})

The determination of the required withstand voltages of the insulation consists of converting the co-ordination withstand voltages to appropriate standard test conditions. This is accomplished by multiplying the co-ordination withstand voltages by factors which compensate the differences between the actual in-service conditions of the insulation and those in the standard withstand voltage tests.

The factors to be applied shall compensate atmospheric conditions by the atmospheric correction factor K_t and the effects listed below by a safety factor K_s.

Effects combined in a safety factor K_s:

– the differences in the equipment assembly;
– the dispersion in the product quality;
– the quality of installation;
– the ageing of the insulation during the expected lifetime;
– other unknown influences.

If, however, these effects cannot be evaluated individually, an overall safety factor, derived from experience, shall be adopted (see IEC 60071-2).

The atmospheric correction factor K_t is applicable for external insulation only. K_t shall be applied to account for the differences between the standard reference atmospheric conditions and those expected in service.

For altitude correction, the altitude correction factor K_a which considers only the average air pressure corresponding to the altitude has to be applied. The altitude correction factor K_a has to be applied whatever is the altitude.

5.5 Selection of the rated insulation level

The selection of the rated insulation level consists of the selection of the most economical set of standard rated withstand voltages (U_w) of the insulation sufficient to prove that all the required withstand voltages are met.

The highest voltage for equipment is then chosen as the next standard value of U_m equal to or higher than the highest voltage of the system where the equipment will be installed.

For equipment to be installed under normal environmental conditions relevant to insulation, U_m shall be at least equal to U_s.

For equipment to be installed outside of the normal environmental conditions relevant to insulation, U_m may be selected higher than the next standard value of U_m equal to or higher than U_s according to the special needs involved.

NOTE As an example, the selection of a U_m value higher than the next standard value of U_m equal to or higher than U_s may arise when the equipment has to be installed at an altitude higher than 1000 m in order to compensate the decrease of withstand voltage of the external insulation.

Standardization of tests, as well as the selection of the relevant test voltages, to prove the compliance with U_m, are performed by the relevant apparatus committees (e.g. pollution tests, partial discharge voltage tests...).

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

Les tensions de tenue pour démontrer que sont satisfaites, les tensions de tenue requises temporaires, à front lent et à front rapide, pour l'isolation phase-terre, l'isolation entre phases et l'isolation longitudinale, peuvent être choisies de même forme que la tension de tenue requise, ou de forme différente en tenant compte, pour ce dernier choix, des caractéristiques intrinsèques de l'isolation.

La valeur de la tension de tenue assignée est alors choisie dans la liste des tensions de tenue assignées normalisées figurant en 5.6 et 5.7, comme la valeur la plus proche égale ou supérieure à:

– la tension de tenue requise, dans le cas où l'on choisit la même forme,

– la tension de tenue requise multipliée par le facteur de conversion d'essai adéquat, dans les cas où l'on choisit une forme différente.

NOTE Cela peut permettre l'adoption d'une seule tension de tenue assignée normalisée pour démontrer la conformité à plus d'une tension de tenue requise, donnant ainsi la possibilité de réduire le nombre des tensions de tenue assignées normalisées qui conduisent à définir un niveau d'isolement assigné (voir 5.10, par exemple).

Pour les matériels utilisés dans les conditions environnementales normales, il convient que le niveau d'isolement assigné soit alors préférablement choisi dans le Tableau 2 ou le Tableau 3 correspondant à la tension la plus élevée applicable de telle façon que les tensions de tenues assignées soient couvertes.

Le choix de la tension de tenue assignée normalisée pour démontrer la conformité à la tension de tenue requise à front très rapide doit être étudié par les comités de produit concernés.

Pour les parafoudres, les tensions de tenue requises de l'enveloppe isolante sont fondées sur les niveaux de protection U_{pl} et U_{ps} avec les facteurs de sécurité adaptés appliqués comme prévu par la norme de produit CEI 60099-4. En général, les tensions de tenue ne doivent donc pas être choisies dans les listes des 5.6 et 5.7.

5.6 Liste des tensions de tenue assignées normalisées de courte durée à fréquence industrielle

Les valeurs efficaces suivantes, exprimées en kV, sont normalisées comme tensions de tenue: 10, 20, 28, 38, 50, 70, 95, 115, 140, 185, 230, 275, 325, 360, 395, 460.

Les valeurs efficaces suivantes, exprimées en kV, sont recommandées comme tensions de tenue: 510, 570, 630, 680, (710, 790, 830, 880, 960, 975: ces dernières valeurs sont à l'étude).

5.7 Liste des tensions de tenue assignées normalisées aux chocs

Les valeurs de crête suivantes, exprimées en kV, sont normalisées comme tensions de tenue: 20, 40, 60, 75, 95, 125, 145, 170, 200, 250, 325, 380, 450, 550, 650, 750, 850, 950, 1050, 1175, 1300, 1425, 1550, 1675, 1800, 1950, 2100, 2250, 2400.

5.8 Gammes de la tension la plus élevée pour le matériel

Les tensions normalisées les plus élevées pour le matériel sont divisées en deux gammes:

- **gamme I**: Au-dessus de 1 kV jusqu'à 245 kV inclus (Tableau 2). Cette gamme couvre à la fois les réseaux de transport et les réseaux de distribution. Les différents aspects concernant l'exploitation doivent, par conséquent, être pris en considération lors du choix du niveau d'isolement assigné du matériel.
- **gamme II:** Au-delà de 245 kV (Tableau 3). Cette gamme couvre essentiellement les réseaux de transport.

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

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

The withstand voltages to prove that the required temporary, slow-front and fast-front withstand voltages are met, for phase-to-earth, phase-to-phase and longitudinal insulation, may be selected with the same shape as the required withstand voltage, or with a different shape, exploiting, for this last selection, the intrinsic characteristics of the insulation.

The value of the rated withstand voltage is then selected in the list of the standard rated withstand voltages reported in 5.6 and 5.7, as the next value equal to or higher than:

– the required withstand voltage in the case of the same shape,

– the required withstand voltage multiplied by the relevant test conversion factor in the case of a different shape.

NOTE This may allow the adoption of a single standard rated withstand voltage to prove compliance with more than one required withstand voltage, thus giving the possibility of reducing the number of rated withstand voltages that would define a rated insulation level (e.g. see 5.10).

For equipment to be used in normal environmental conditions, the rated insulation level should then preferably be selected from Table 2 and Table 3 corresponding to the applicable highest voltage for equipment such that these rated withstand voltages are met.

The selection of the standard rated withstand voltage to prove the compliance with the very-fast-front required withstand voltage shall be considered by the relevant apparatus committees.

For surge arresters the required withstand voltages of the insulating housing are based on the protective levels U_{pl} and U_{ps} with suitable safety factors applied as per the apparatus standard IEC 60099-4. In general, therefore, the withstand voltages shall not be selected from the lists of 5.6 and 5.7

5.6 List of standard rated short-duration power frequency withstand voltages

The following r.m.s. values, expressed in kV, are standardized as withstand voltages: 10, 20, 28, 38, 50, 70, 95, 115, 140, 185, 230, 275, 325, 360, 395, 460.

The following r.m.s. values, expressed in kV, are recommended as withstand voltages : 510, 570, 630, 680, (710, 790, 830, 880, 960, 975 : these last values are under consideration).

5.7 List of standard rated impulse withstand voltages

The following peak values, expressed in kV, are standardized as withstand voltages: 20, 40, 60, 75, 95, 125, 145, 170, 200, 250, 325, 380, 450, 550, 650, 750, 850, 950, 1050, 1175, 1300, 1425, 1550, 1675, 1800, 1950, 2100, 2250, 2400.

5.8 Ranges for highest voltage for equipment

The standard highest voltages for equipment are divided in two ranges:

– **range I**: Above 1 kV to 245 kV included (Table 2). This range covers both transmission and distribution systems. The different operational aspects, therefore, shall be taken into account in the selection of the rated insulation level of the equipment.

– **range II**: Above 245 kV (Table 3). This range covers mainly transmission systems.

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

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

5.9 Conditions environnementales

5.9.1 Conditions environnementales normales

Les conditions environnementales normales qui interviennent pour la coordination de l'isolement et pour lesquelles les tensions de tenue peuvent être généralement choisies au Tableau 2 ou au Tableau 3 sont les suivantes:

a) La température de l'air ambiant ne doit pas dépasser 40 °C et sa valeur moyenne, mesurée sur une période de 24 h, ne dépasse pas 35 °C. La température minimale de l'air ambiant est de –10 °C pour la catégorie "–10 à l'extérieur", –25 °C pour la catégorie "–25 à l'extérieur" et –40 °C pour la catégorie "–40 à l'extérieur".

b) L'altitude ne dépasse pas 1 000 m au-dessus du niveau de la mer.

c) L'air ambiant n'est pas pollué de manière significative par des poussières, des fumées, des gaz corrosifs, des vapeurs ou du sel. La pollution ne dépasse pas le niveau de pollution II – Moyen, d'après le Tableau 1 de la CEI 60071-2.

d) La présence de condensation ou de précipitation est courante. La précipitation sous forme de rosée, de condensation, de brouillard, de pluie, de neige, de glace ou de givre est prise en compte.

NOTE Les caractéristiques de précipitation pour l'isolation sont décrites dans la CEI 60060-1. Pour d'autres propriétés, les caractéristiques de précipitation sont décrites dans la CEI 60721-2-2.

5.9.2 Conditions atmosphériques normalisées de référence

Les conditions atmosphériques normalisées de référence auxquelles les tensions de tenue assignées normalisées s'appliquent sont:

a) température: t_0 = 20 °C

b) pression: b_0 = 101,3 kPa (1013 mbar)

c) humidité absolue: h_0 = 11 g/m^3.

5.10 Choix du niveau d'isolement normalisé

L'association des tensions de tenue assignées normalisées à la tension la plus élevée pour le matériel a été normalisée pour bénéficier de l'expérience acquise à partir de l'exploitation des réseaux conçus selon les normes de la CEI et pour mettre en valeur la normalisation.

Les tensions de tenue assignées normalisées sont associées à la tension la plus élevée pour le matériel selon le Tableau 2 pour la gamme I et le Tableau 3 pour la gamme II. Ces tensions de tenue assignées normalisées sont valables pour les conditions environnementales normales et ajustées pour les conditions atmosphériques normalisées de référence.

Les associations obtenues en reliant les tensions de tenue assignées normalisées de toutes les colonnes sans croiser les lignes horizontales marquées sont définies comme étant les niveaux d'isolement normalisés.

Par ailleurs, les associations suivantes sont normalisées pour l'isolation entre phases et l'isolation longitudinale:

– Pour l'isolation entre phases, gamme I, les tensions de tenue assignées normalisées de courte durée à fréquence industrielle et au choc de foudre entre phases sont égales aux tensions de tenue phase-terre correspondantes (Tableau 2). Cependant, les valeurs entre parenthèses peuvent être insuffisantes pour démontrer que les tensions de tenue requises sont satisfaisantes et des essais complémentaires de tension de tenue entre phases peuvent être nécessaires.

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

5.9 Environmental conditions

5.9.1 Normal environmental conditions

The normal environmental conditions that are of concern for insulation coordination and for which withstand voltages can be usually selected from Table 2 or Table 3 are the following:

a) The ambient air temperature does not exceed 40 °C and its average value, measured over a period of 24 h, does not exceed 35 °C. The minimum ambient air temperature is –10 °C for class "–10 outdoor", –25 °C for class "–25 outdoor" and –40 °C for class "–40 outdoor".

b) The altitude does not exceed 1 000 m above sea level.

c) The ambient air is not significantly polluted by dust, smoke, corrosive gases, vapours or salt. Pollution does not exceed pollution level II – Medium, according to Table 1 of IEC 60071-2.

d) The presence of condensation or precipitation is usual. Precipitation in form of dew, condensation, fog, rain, snow, ice or hoar frost is considered.

NOTE Precipitation characteristics for insulation are described in IEC 60060-1. For other properties, precipitation characteristics are described in IEC 60721-2-2.

5.9.2 Standard reference atmospheric conditions

The standard reference atmospheric condition for which the standardized withstand voltages apply are:

a) temperature: t_0 = 20 °C

b) pressure: b_0 = 101,3 kPa (1013 mbar)

c) absolute humidity: h_0 = 11 g/m^3.

5.10 Selection of the standard insulation level

The association of standard rated withstand voltages with the highest voltage for equipment has been standardized to benefit from the experience gained from the operation of systems designed according to IEC standards and to enhance standardization.

The standard rated withstand voltages are associated with the highest voltage for equipment according to Table 2 for range I and Table 3 for range II. These standard rated withstand voltages are valid for the normal environmental conditions and are adjusted to the standard reference atmospheric conditions.

The associations obtained by connecting standard rated withstand voltages of all columns without crossing horizontal marked lines are defined as standard insulation levels.

Furthermore, the following associations are standardized for phase-to-phase and longitudinal insulation:

– For phase-to-phase insulation, range I, the standard rated short-duration power-frequency and lightning impulse phase-to-phase withstand voltages are equal to the relevant phase-to-earth withstand voltages (Table 2). The values in brackets, however, may be insufficient to prove that the required withstand voltages are met and additional phase-to-phase withstand voltage tests may be needed.

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 entre phases, gamme II, la tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre entre phases est égale à la tension de tenue au choc de foudre phase-terre.

– Pour l'isolation longitudinale, gamme I, les tensions de tenue assignées normalisées de courte durée à fréquence industrielle et au choc de foudre sont égales aux tensions de tenue phase-terre correspondantes (Tableau 2).

– Pour l'isolation longitudinale, gamme II, la composante normalisée de choc de manœuvre de la tension de tenue combinée est donnée dans le Tableau 3, tandis que la valeur de crête de la composante à fréquence industrielle de polarité opposée est égale à $U_m \times \sqrt{2}/\sqrt{3}$,

– Pour l'isolation longitudinale, gamme II, la composante normalisée de choc de foudre de la tension de tenue combinée est égale à la tension de tenue phase-terre correspondante (Tableau 3), tandis que la valeur de crête de la composante à fréquence industrielle de polarité opposée est égale à $0{,}7 \times U_m \times \sqrt{2}/\sqrt{3}$.

Plus d'une association préférentielle est prévue pour la plupart des tensions les plus élevées pour le matériel afin de permettre d'appliquer différents critères de performance ou différentes valeurs de surtensions.

Pour les associations préférentielles, deux tensions de tenue assignées normalisées seulement sont suffisantes pour définir le niveau d'isolement normalisé du matériel:

– Pour les matériels de la gamme I:

  a) la tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre, et

  b) la tension de tenue assignée normalisée de courte durée à fréquence industrielle.

– Pour les matériels de la gamme II:

  a) la tension de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre, et

  b) la tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre.

Si cela est justifié techniquement et économiquement, d'autres associations peuvent être adoptées. Les recommandations de 5.1 à 5.8 doivent être suivies dans chaque cas. L'ensemble résultant des tensions de tenue assignées normalisées doit être désigné, par conséquent, comme étant le niveau d'isolement assigné. Des exemples particuliers sont:

– Pour l'isolation externe, pour les valeurs de U_m situées dans le haut de la gamme I, il peut être plus économique de spécifier une tension de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre au lieu d'une tension de tenue assignée normalisée de courte durée à fréquence industrielle.

– Pour l'isolation interne dans la gamme II, les surtensions temporaires élevées peuvent nécessiter la spécification d'une tension de tenue assignée normalisée de courte durée à fréquence industrielle.

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

– For phase-to-phase insulation, range II, the standard lightning impulse withstand voltage phase-to-phase is equal to the lightning impulse phase-to-earth.
– For longitudinal insulation, range I, the standard rated short-duration power-frequency and lightning impulse withstand voltages are equal to the relevant phase-to-earth withstand voltages (Table 2).
– For longitudinal insulation, range II, the standard switching impulse component of the combined withstand voltage is given in Table 3, while the peak value of the power-frequency component of opposite polarity is $U_m \times \sqrt{2}/\sqrt{3}$,
– For longitudinal insulation range II, the standard lightning impulse component of the combined withstand voltage is equal to the relevant phase-to-earth withstand voltage (Table 3), while the peak value of the power-frequency component of opposite polarity is $0{,}7 \times U_m \times \sqrt{2}/\sqrt{3}$.

More than one preferred association is foreseen for most of the highest voltages for equipment to allow for the application of different performance criteria or overvoltage patterns.

For the preferred associations, only two standard rated withstand voltages are sufficient to define the rated insulation level of the equipment:

– For equipment in range I:
  a) the standard rated lightning impulse withstand voltage and,
  b) the standard rated short-duration power-frequency withstand voltage.
– For equipment in range II:
  a) the standard rated switching impulse withstand voltage, and
  b) the standard rated lightning impulse withstand voltage.

If technically and economically justified, other associations may be adopted. The recommendations of 5.1 to 5.8 shall be followed in every case. The resulting set of standard rated withstand voltages shall be termed, therefore, rated insulation level. Particular examples are:

– For external insulation, for the higher values of U_m in range I, it may be more economical to specify a standard rated switching impulse withstand voltage instead of a standard rated short-duration power-frequency withstand voltage.
– For internal insulation in range II, high temporary overvoltages may require the specification of a standard rated short-duration power-frequency withstand voltage.

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

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 – Niveaux d'isolement normalisés pour la gamme I (1 kV < U_m ≤ 245 kV)

Tension la plus élevée pour le matériel (U_m) kV (valeur efficace)	**Tension de tenue assignée normalisée de courte durée à fréquence industrielle** kV (valeur efficace)	**Tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre** kV (valeur crête)
3,6	10	20
		40
7,2	20	40
		60
12	28	60
		75
		95
17,5 [a]	38	75
		95
24	50	95
		125
		145
36	70	145
		170
52 [a]	95	250
72,5	140	325
100 [b]	(150)	(380)
	185	450
123	(185)	(450)
	230	550
145	(185)	(450)
	230	550
	275	650
170[a]	(230)	(550)
	275	650
	325	750
245	(275)	(650)
	(325)	(750)
	360	850
	395	950
	460	1 050

NOTE Si les valeurs entre parenthèses sont considérées comme insuffisantes pour prouver que les tensions de tenue requises entre phases sont satisfaites, des essais de tension de tenue entre phases supplémentaires sont nécessaires.

[a] Ces U_m ne sont pas des valeurs préférentielles dans la CEI 60038 et par conséquent aucune combinaison normalisée n'est donnée dans les normes de produit.

[b] Cette valeur U_m n'est pas mentionnée dans la CEI 60038 mais elle a été introduite dans la gamme I dans certaines normes de produits.

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 – Standard insulation levels for range I (1kV < U_m ≤ 245 kV)

Highest voltage for equipment (U_m) kV (r.m.s. value)	Standard rated short-duration power-frequency withstand voltage kV (r.m.s. value)	Standard rated lightning impulse withstand voltage kV (peak value)
3,6	10	20
		40
7,2	20	40
		60
12	28	60
		75
		95
17,5 [a]	38	75
		95
24	50	95
		125
		145
36	70	145
		170
52 [a]	95	250
72,5	140	325
100 [b]	(150)	(380)
	185	450
123	(185)	(450)
	230	550
145	(185)	(450)
	230	550
	275	650
170 [a]	(230)	(550)
	275	650
	325	750
245	(275)	(650)
	(325)	(750)
	360	850
	395	950
	460	1050

NOTE If values in brackets are considered insufficient to prove that the required phase-to-phase withstand voltages are met, additional phase-to-phase withstand voltage tests are needed.

[a] These U_m are non preferred values in IEC 60038 and thus no most frequently combinations standardized in apparatus standards are given.

[b] This U_m value is not mentioned in IEC 60038 but it has been introduced in range I in some apparatus standards.

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

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 – Niveaux d'isolement normalisés pour la gamme II (U_m > 245 kV)

Tension la plus élevée pour le matériel (U_m) kV (valeur efficace)	Tension de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre			Tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre [b] kV (valeur crête)
	Isolation longitudinale [a] kV (valeur crête)	Phase-terre kV (valeur crête)	Entre phases (rapport à la valeur de crête phase-terre)	
300 [c]	750	750	1,50	850
				950
	750	850	1,50	950
				1050
362	850	850	1,50	950
				1050
	850	950	1,50	1050
				1175
420	850	850	1,60	1050
				1175
	950	950	1.50	1175
				1300
	950	1050	1,50	1300
				1425
550	950	950	1,70	1175
				1300
	950	1050	1,60	1300
				1425
	950 1050	1175	1,50	1425
				1550
800	1175	1300	1,70	1675
				1800
	1175	1425	1,70	1800
				1950
	1175 1300	1550	1,60	1950
				2100

NOTE L'introduction de U_m au-delà de 800 kV est à l'étude et 1050 kV, 1100 kV et 1200 kV sont données comme U_m dans la CEI 60038 Amendement 2, 1997.

a Valeur de la composante de choc de l'essai combiné correspondant lorsque la valeur de crête de la composante à fréquence industrielle de polarité opposée est $U_m \times \sqrt{2} / \sqrt{3}$.

b Ces valeurs s'appliquent de la même manière pour l'isolation phase-terre et l'isolation entre phases; pour l'isolation longitudinale, elles s'appliquent comme la composante assignée normalisée au choc de foudre de la tension de tenue assignée normalisée combinée, lorsque la valeur de crête de la composante à fréquence industrielle de polarité opposée est de $0,7 \times U_m \times \sqrt{2} / \sqrt{3}$.

c Cette U_m n'est pas une valeur préférentielle dans la CEI 60038.

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 – Standard insulation levels for range II (U_m > 245 kV)

Highest voltage for equipment (U_m) kV (r.m.s. value)	Standard rated switching impulse withstand voltage			Standard rated lightning impulse withstand voltage [b] kV (peak value)
	Longitudinal insulation [a] kV (peak value)	Phase-to-earth kV (peak value)	Phase-to-phase (ratio to the phase-to-earth peak value)	
300 [c]	750	750	1,50	850
				950
	750	850	1,50	950
				1050
362	850	850	1,50	950
				1050
	850	950	1,50	1050
				1175
420	850	850	1,60	1050
				1175
	950	950	1.50	1175
				1300
	950	1050	1,50	1300
				1425
550	950	950	1,70	1175
				1300
	950	1050	1,60	1300
				1425
	950 1050	1175	1,50	1425
				1550
800	1175	1300	1,70	1675
				1800
	1175	1425	1,70	1800
				1950
	1175 1300	1550	1,60	1950
				2100

NOTE The introduction of U_m above 800 kV is under consideration, and 1050 kV, 1100 kV and 1200 kV are listed as U_m in IEC 60038 Amendment 2, 1997.

a Value of the impulse component of the relevant combined test while the peak value of the power-frequency component of opposite polarity is $U_m \times \sqrt{2} / \sqrt{3}$.

b These values apply as for phase-to-earth and phase-to-phase insulation as well; for longitudinal insulation they apply as the standard rated lightning impulse component of the combined standard rated withstand voltage, while the peak value of the power-frequency component of opposite polarity is $0{,}7 \times U_m \times \sqrt{2} / \sqrt{3}$.

c This U_m is a non preferred value in IEC 60038.

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

5.11 Origine des niveaux d'isolement normalisés

5.11.1 Généralités

Les niveaux d'isolement normalisés donnés au Tableau 2 et au Tableau 3 reflètent l'expérience accumulée dans le monde en tenant compte des dernières nouveautés en matière de dispositifs de protection et de méthodes de limitation des surtensions. Il convient que le choix d'un niveau d'isolement normalisé particulier soit fondé sur la procédure de coordination de l'isolement conformément à la procédure de coordination de l'isolement décrite dans la CEI 60071-2 (troisième édition) et il convient qu'il prenne en considération les caractéristiques d'isolation du matériel particulier considéré.

Dans la gamme I, il convient que la tension de tenue assignée normalisée de courte durée à fréquence industrielle ou au choc de foudre couvre les tensions de tenue requises au choc de manœuvre phase-terre et entre phases ainsi que la tension de tenue longitudinale requise.

Dans la gamme II, il convient que la tension de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre couvre la tension de tenue requise de courte durée à fréquence industrielle si aucune valeur n'est exigée par le comité de produit responsable.

Pour satisfaire à ces exigences générales, il convient que les tensions de tenue requises soient converties pour obtenir les formes de tension pour lesquelles les tensions de tenue assignées normalisées sont spécifiées en utilisant les facteurs de conversion d'essai. Les facteurs de conversion d'essai sont déterminés à partir de résultats existants pour fournir une valeur volontairement par excès pour les tensions de tenue assignée.

La CEI 60071-1 laisse le comité de produit compétent prescrire un essai à fréquence industrielle de longue durée destiné à montrer la réponse du matériel au vieillissement de l'isolation interne ou de la pollution externe (voir aussi la CEI 60507).

5.11.2 Tension de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre

Au Tableau 3, les tensions de tenue assignées normalisées au choc de manœuvre associées à chaque tension la plus élevée pour le matériel ont été choisies en tenant compte de ce qui suit:

a) pour les matériels protégés contre les surtensions de manœuvre par des parafoudres:

– les valeurs prévues des surtensions temporaires;

– les caractéristiques des parafoudres disponibles au moment présent;

– les facteurs de coordination et de sécurité entre le niveau de protection du parafoudre et la tension de tenue au choc de manœuvre du matériel;

b) pour les matériels qui ne sont pas protégés contre les surtensions de manœuvre par des parafoudres:

– le risque acceptable de décharge disruptive en prenant en considération la gamme probable des surtensions apparaissant à l'emplacement du matériel;

– le degré de contrôle des surtensions généralement considéré comme économique et accessible par un choix soigneux des dispositifs de connexion et dans la conception du réseau.

5.11.3 Tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre

Au Tableau 3, les tensions de tenue assignées normalisées au choc de foudre associées à chaque tension de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre particulière ont été choisies en tenant compte de ce qui suit:

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

5.11 Background of the standard insulation levels

5.11.1 General

The standard insulation levels given in Table 2 and Table 3 reflect the experience of the world, taking into account modern protective devices and methods of overvoltage limitation. The selection of a particular standard insulation level should be based on the insulation co-ordination procedure in accordance with the insulation co-ordination procedure described in IEC 60071-2 (third edition) and should take into account the insulation characteristics of the particular equipment being considered.

In range I, the standard rated short-duration power-frequency or the standard rated lightning impulse withstand voltage should cover the required switching impulse withstand voltages phase-to-earth and phase-to-phase as well as the required longitudinal withstand voltage.

In range II, the standard rated switching impulse withstand voltage should cover the required short-duration power-frequency withstand voltage if no value is required by the relevant apparatus committee.

In order to meet these general requirements, the required withstand voltages should be converted to those voltage shapes for which standard rated withstand voltages are specified using test conversion factors. The test conversion factors are determined from existing results to provide a conservative value for the rated withstand voltages.

IEC 60071-1 leaves it to the relevant apparatus committee to prescribe a long-duration power-frequency test intended to demonstrate the response of the equipment with respect to ageing of internal insulation or to external pollution (see also IEC 60507).

5.11.2 Standard rated switching impulse withstand voltage

In Table 3, standard rated switching impulse withstand voltages associated with each highest voltage for equipment have been chosen in consideration of the following:

a) for equipment protected against switching overvoltages by surge arresters:

– the expected values of temporary overvoltages;

– the characteristics of presently available surge arresters;

– the co-ordination and safety factors between the protective level of the surge arrester and the switching impulse withstand voltage of the equipment;

b) for equipment not protected against switching overvoltages by surge arresters:

– the acceptable risk of disruptive discharge considering the probable range of overvoltages occurring at the equipment location;

– the degree of overvoltage control generally deemed economical, and obtainable by careful selection of the switching devices and in the system design.

5.11.3 Standard rated lightning impulse withstand voltage

In Table 3, standard rated lightning impulse withstand voltages associated with each standard rated switching impulse withstand voltage have been chosen in consideration of the following:

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

a) pour les matériels protégés par des parafoudres proches, les faibles valeurs du niveau de tenue au choc de foudre sont applicables. Elles sont choisies en prenant en considération le rapport du niveau de protection au choc de foudre sur le niveau de protection au choc de manœuvre susceptible d'être atteint avec des parafoudres et en ajoutant des marges appropriées;

b) pour les matériels qui ne sont pas protégés par des parafoudres (ou qui ne sont pas protégés efficacement), seules les valeurs élevées des tensions de tenue au choc de foudre doivent être utilisées. Ces valeurs élevées sont fondées sur le rapport type des tensions de tenue au choc de foudre et des tensions de tenue au choc de manœuvre de l'isolation externe de l'appareil (par exemple disjoncteurs, sectionneurs, transformateurs de mesure, etc.). Elles sont choisies de telle manière que la conception de l'isolation soit déterminée essentiellement par l'aptitude de l'isolation externe à résister aux tensions d'essai de chocs de manœuvre;

c) dans quelques cas extrêmes, il convient de choisir une valeur plus élevée de tension de tenue au choc de foudre. Cette valeur élevée doit être choisie dans la série des valeurs normalisées données en 5.6 et 5.7.

6 Exigences pour les essais de tension de tenue normalisée

6.1 Exigences générales

Les essais de tension de tenue normalisée sont effectués pour démontrer, avec un degré de confiance convenable, que la tension de tenue réelle de l'isolation n'est pas inférieure à la tension de tenue requise correspondante. Les tensions appliquées pour les essais de tension de tenue sont des tensions de tenue assignées normalisées, sauf spécification contraire par le comité de produit concerné.

En général, les essais de tension de tenue sont des essais à sec effectués dans une situation normalisée (dispositions d'essai spécifiées par le comité de produit concerné et conditions atmosphériques normalisées de référence). Cependant, pour l'isolation externe exposée, les essais de tenue normalisée de courte durée à fréquence industrielle et au choc de manœuvre sont des essais réalisés sous pluie dans les conditions spécifiées par la CEI 60060-1.

Pendant les essais sous pluie, la pluie doit être appliquée simultanément sur toutes les isolations dans l'air et sur les surfaces isolantes mises sous tension.

Si les conditions atmosphériques dans le laboratoire d'essai diffèrent des conditions atmosphériques normalisées de référence, les tensions d'essai doivent être corrigées conformément à la CEI 60060-1.

Toutes les tensions de tenue aux chocs doivent être vérifiées dans les deux polarités, à moins que le comité de produit concerné ne spécifie qu'une seule polarité.

Lorsqu'il est démontré qu'une condition (à sec ou sous pluie) ou une polarité, ou une combinaison des deux, donne la tension de tenue la plus basse, il suffit de vérifier la tension de tenue dans cette situation particulière.

Les défaillances de l'isolation se produisant pendant l'essai sont la base de l'acceptation ou du refus du spécimen d'essai. Les comités de produit concernés ou le comité d'études 42 doivent définir ce qui constitue une défaillance et les méthodes pour la détecter.

Si la tension de tenue assignée normalisée de l'isolation entre phases (ou longitudinale) est égale à celle de l'isolation phase-terre, il est recommandé d'effectuer simultanément les essais de l'isolation entre phases (ou longitudinale) et de l'isolation phase-terre, en connectant l'une des deux bornes de phase à la terre.

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

a) for equipment protected by close surge arresters, the low values of lighting impulse withstand level are applicable. They are chosen by taking into account the ratio of lightning impulse protective level to switching impulse protective level likely to be achieved with surge arresters, and by adding appropriate margins;

b) for equipment not protected by surge arresters (or not effectively protected), only the higher values of lightning impulse withstand voltages shall be used. These higher values are based on the typical ratio of the lightning and switching impulse withstand voltages of the external insulation of apparatus (e.g. circuit-breakers, disconnectors, instrument transformers, etc.). They are chosen in such a way that the insulation design will be determined mainly by the ability of the external insulation to withstand the switching impulse test voltages;

c) in a few extreme cases, provision should be made for a higher value of lightning impulse withstand voltage. This higher value shall be chosen from the series of standard values given in 5.6 and 5.7.

6 Requirements for standard withstand voltage tests

6.1 General requirements

Standard withstand voltage tests are performed to demonstrate, with suitable confidence, that the actual withstand voltage of the insulation is not lower than the corresponding specified withstand voltage. The voltages applied in withstand voltage tests are standard rated withstand voltages unless otherwise specified by the relevant apparatus committees.

In general, withstand voltage tests consist of dry tests performed in a standard situation (test arrangement specified by the relevant Apparatus Committees and the standard reference atmospheric conditions). However, for non-weather protected external insulation, the standard short-duration power-frequency and switching impulse withstand voltage tests consist of wet tests performed under the conditions specified in IEC 60060-1.

During wet tests, the rain shall be applied simultaneously on all air and surface insulation under voltage.

If the atmospheric conditions in the test laboratory differ from the standard reference atmospheric conditions, the test voltages shall be corrected according to IEC 60060-1.

All impulse withstand voltages shall be verified for both polarities, unless the relevant apparatus committees specify one polarity only.

When it has been demonstrated that one condition (dry or wet) or one polarity or a combination of these produces the lowest withstand voltage, then it is sufficient to verify the withstand voltage for this particular condition.

The insulation failures that occur during the test are the basis for the acceptance or rejection of the test specimen. The relevant apparatus committees or technical committee 42 shall define the occurrence of a failure and the method to detect it.

When the standard rated withstand voltage of phase-to-phase (or longitudinal) insulation is equal to that of phase-to-earth insulation, it is recommended that phase-to-phase (or longitudinal) insulation tests and phase-to-earth tests be performed together by connecting one of the two phase terminals to earth.

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

6.2 Essais de tension de tenue normalisée de courte durée à fréquence industrielle

Un essai de tension de tenue normalisée de courte durée à fréquence industrielle consiste en une seule application de la tension de tenue assignée normalisée appropriée, aux bornes de la configuration de l'isolation.

Sauf spécification différente du comité de produit concerné, l'isolation est considérée comme ayant réussi l'essai si aucune décharge disruptive ne se produit. Cependant, si une décharge disruptive se produit sur l'isolation autorégénératrice pendant un essai sous pluie, l'essai peut être répété une fois et le matériel est considéré comme ayant réussi l'essai si aucune autre décharge disruptive ne se produit.

Lorsque l'essai ne peut pas être effectué (par exemple pour les transformateurs à isolation non uniforme), le comité de produit concerné peut spécifier des fréquences allant jusqu'à quelques centaines de hertz et des durées inférieures à 1 min. Sauf justification contraire, les tensions d'essai doivent être les mêmes.

6.3 Essais de tension de tenue normalisée aux chocs

Un essai de tension de tenue normalisée aux chocs consiste en un nombre spécifié d'applications de la tension de tenue assignée normalisée appropriée, aux bornes de la configuration de l'isolation. Différentes procédures d'essai peuvent être choisies pour démontrer que les tensions de tenue sont satisfaites avec un degré de confiance que l'expérience acquise a montré comme étant acceptable.

La procédure d'essai doit être choisie par le comité de produit parmi les procédures suivantes qui sont normalisées et complètement décrites dans la CEI 60060-1:

– Essai de tension de tenue à trois chocs, dans lequel aucune décharge disruptive n'est tolérée.

– Essai de tension de tenue à quinze chocs, dans lequel pas plus de deux décharges disruptives sur l'isolation autorégénératrice ne sont tolérées.

– Essai de tension de tenue à trois chocs dans lequel une seule décharge disruptive sur l'isolation autorégénératrice est tolérée. Si elle se produit, neuf autres chocs sont appliqués pour lesquels aucune décharge disruptive n'est tolérée.

– Essai de tension de tenue de montée et descente avec sept chocs par niveau, dans lequel des décharges disruptives sur l'isolation autorégénératrice sont tolérées.

– Essai de montée et descente avec un choc par niveau qui n'est recommandé que si l'écart type conventionnel, z, défini par la CEI 60060-1, est connu. Les valeurs suggérées ici, z = 6 % pour les chocs de manœuvre et z = 3 % pour les chocs de foudre, doivent être utilisées si, et seulement si, on sait que respectivement $z \leq 6$ % et $z \leq 3$ %. Autrement, d'autres méthodes doivent être utilisées.

Dans toutes les procédures d'essai décrites ci-dessus aucune décharge disruptive n'est tolérée sur l'isolation non autorégénératrice. Dans le cas où un essai de tension de tenue à quinze chocs est réalisé sur un matériel dans lequel à la fois l'isolation autorégénératrice et l'isolation non autorégénératrice sont impliquées, une adaptation de la procédure d'essai de tension de tenue à quinze chocs de la CEI 60060-1 est utilisée pour vérifier qu'il n'apparaît aucune charge disruptive dans l'isolation non autorégénératrice. Cette procédure adaptée de l'essai de tension de tenue deux sur quinze est la suivante pour chaque polarité:

– le nombre de chocs est au moins de 15;

– aucune décharge disruptive ne doit se produire dans l'isolation non autorégénératrice; cela est confirmé par cinq tenues consécutives après la dernière décharge disruptive;

– le nombre de décharges disruptives doit être inférieur ou égal à deux.

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

6.2 Standard short-duration power-frequency withstand voltage tests

A standard short-duration power-frequency withstand voltage test consists of one application of the relevant standard rated withstand voltage to the terminals of the insulation configuration.

Unless otherwise specified by the relevant apparatus committees, the insulation is considered to have passed the test if no disruptive discharge occurs. However, if one disruptive discharge occurs on the self-restoring insulation during a wet test, the test may be repeated once and the equipment is considered to have passed the test if no further disruptive discharge occurs.

When the test cannot be performed (such as for transformers with non-uniform insulation), the relevant apparatus committees may specify frequencies up to few hundred hertz and durations shorter than 1 min. Unless otherwise justified, the test voltages shall be the same.

6.3 Standard impulse withstand voltage tests

A standard impulse withstand voltage test consists of a specified number of applications of the relevant standard rated withstand voltage to the terminals of the insulation configuration. Different test procedures may be selected to demonstrate that the withstand voltages are met with a degree of confidence that experience has shown to be acceptable.

The test procedure shall be selected by the apparatus committees from the following test procedures which are standardized and fully described in IEC 60060-1:

– Three-impulse withstand voltage test in which no disruptive discharge is tolerated.

– Fifteen-impulse withstand voltage test in which up to two disruptive discharges on the self-restoring insulation are tolerated.

– Three-impulse withstand voltage test in which one disruptive discharge on the self-restoring insulation is tolerated. If this occurs, nine additional impulses are applied during which no disruptive discharge is tolerated.

– The up-and-down withstand voltage test with seven impulses per level in which disruptive discharges on self-restoring insulation are tolerated.

– The up-and-down test with one impulse per level, which is recommended only if the conventional deviation, z, defined in IEC 60060-1 is known. The values suggested there, z = 6 % for switching and z = 3 % for lightning impulses, shall be used if, and only if, is known that $z \leq 6$ % and $z \leq 3$ % respectively. Otherwise other methods shall be used.

In all the test procedures described above no disruptive discharge is tolerated on the non-self-restoring insulation. In the case of a fifteen-impulse withstand voltage test performed on equipment where both self-restoring and non self-restoring insulations are involved, the IEC 60060-1 fifteen-impulse withstand voltage test procedure is adapted and used to verify that no disruptive discharge occurs in the non-self-restoring insulation. This two out of fifteen-impulse withstand voltage test adapted procedure is the following for each polarity:

– the impulse number is at least 15;

– no disruptive discharges on non-self-restoring insulation shall occur; this is confirmed by five consecutive impulse withstands following the last disruptive discharge;

– the number of disruptive discharges shall not exceed two.

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

In fine cette procédure adaptée de l'essai de tension de tenue deux sur quinze peut conduire à un nombre de chocs maximal de 25 pour chaque polarité.

On ne peut donner aucune signification statistique à l'essai de tension de tenue à trois chocs dans lequel aucune décharge disruptive n'est tolérée (P_w est supposée être 100 %). Son utilisation est limitée aux cas dans lesquels l'isolation non autorégénératrice pourrait être endommagée par un grand nombre d'applications de tension.

Lorsque l'on choisit un essai pour un matériel dans lequel l'isolation non autorégénératrice est en parallèle avec l'isolation autorégénératrice, il convient de prendre sérieusement en compte le fait que, dans certaines procédures d'essai, des tensions supérieures à la tension de tenue assignée peuvent être appliquées et que de nombreuses décharges disruptives peuvent se produire.

6.4 Situation d'essai alternative

Lorsqu'il est trop onéreux ou trop difficile, voire même impossible, d'effectuer les essais de tension de tenue dans les conditions d'essai normalisées, les comités de produit ou le comité d'études 42 doivent spécifier la meilleure solution pour prouver les tensions de tenue assignée concernées. Une possibilité est d'effectuer l'essai dans une autre situation d'essai.

Une situation d'essai alternative correspond à une ou plusieurs conditions d'essai différente(s) (dispositions d'essai, valeurs ou types de tensions d'essai, etc.). Il est donc nécessaire de démontrer que les conditions physiques pour le développement d'une décharge disruptive, correspondant à la situation normalisée, ne sont pas changées.

NOTE Un exemple typique de variante est l'utilisation d'une seule source de tension pour les essais de l'isolation longitudinale, en isolant le châssis, au lieu d'un essai de tension combiné. Dans ce cas, la démonstration citée ci-dessus concernant le développement d'une décharge disruptive est une condition très stricte de l'acceptation de la variante.

6.5 Essais de tension de tenue normalisée de l'isolation entre phases et de l'isolation longitudinale pour le matériel de la gamme I

6.5.1 Essais à fréquence industrielle

L'isolement entre phases (ou longitudinal) de certaines de matériels pour lesquels 123 kV $\leq U_m \leq$ 245 kV peut nécessiter une tension de tenue à fréquence industrielle supérieure à la tension de tenue à fréquence industrielle phase-terre donnée par le Tableau 2. Dans de tels cas, l'essai doit être réalisé de préférence avec deux sources de tension. Une borne doit être portée à la tension de tenue à fréquence industrielle phase-terre et l'autre à une tension égale à la différence entre les tensions de tenue à fréquence industrielle entre phases (ou longitudinale) et phase-terre. La borne de terre doit être mise à la terre.

En variante, l'essai peut être effectué:

– avec deux sources de tensions à fréquence industrielle égales et en opposition de phase, chacune appliquant à une borne de phase la moitié de la tension de tenue à fréquence industrielle de l'isolation entre phases (ou longitudinale). La borne de terre doit être mise à la terre;
– avec une seule source de tension à fréquence industrielle. Il est permis de porter la borne de terre à une tension suffisante pour éviter une décharge disruptive à la terre ou à la borne de terre.

NOTE Si, pendant l'essai, la borne mise à la terre en service est portée à une tension qui influence la contrainte électrique sur la borne de phase (comme cela se produit pour les isolations longitudinales dans un gaz comprimé qui correspondent à $U_m \geq 72{,}5$ kV), il convient que des moyens soient employés pour maintenir cette tension aussi proche que possible de la différence entre la tension d'essai de l'isolation entre phases (ou longitudinale) et celle de l'isolation phase-terre.

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

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

This two out of fifteen-impulse withstand voltage test adapted procedure may finally lead to a maximum possible number of 25 impulses for each polarity.

No statistical meaning can be given to the three-impulse withstand voltage test in which no disruptive discharge is tolerated (P_w is assumed to be 100 %). Its use is limited to cases in which the non-self-restoring insulation may be damaged by a large number of voltage applications.

When selecting a test for equipment in which non-self-restoring insulation is in parallel with self-restoring insulation, serious consideration should be given to the fact that in some test procedures voltages higher than the rated withstand voltage may be applied and many disruptive discharges may occur.

6.4 Alternative test situation

When it is too expensive or too difficult or even impossible, to perform the withstand voltage tests in standard test situations, the apparatus committees, or technical committee 42, shall specify the best solution to prove the relevant standard rated withstand voltages. One possibility is to perform the test in an alternative test situation.

An alternative test situation consists of one or more different test conditions (test arrangements, values or types of test voltages, etc.). It is necessary, therefore, to demonstrate that the physical conditions for the disruptive discharge development, relevant to the standard situation, are not changed.

NOTE A typical example is the use of a single voltage source for the tests of longitudinal insulation, while insulating the base, instead of a combined voltage test. In this case, the demonstration mentioned above concerning the disruptive discharge development is a very stringent condition for the acceptance of the alternative.

6.5 Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests for equipment in range I

6.5.1 Power-frequency tests

For some equipment with 123 kV ≤ U_m ≤ 245 kV, the phase-to-phase (or longitudinal) insulation may require a power-frequency withstand voltage higher than the phase-to-earth power-frequency withstand voltage as shown in Table 2. In such cases the test shall be preferably performed with two voltage sources. One terminal shall be energized with the phase-to-earth power-frequency withstand voltage and the other with the difference between the phase-to-phase (or longitudinal) and the phase-to-earth power-frequency withstand voltages. The earth terminal shall be earthed.

Alternatively the test may be performed:

– with two equal power-frequency voltage sources in phase opposition, each energizing one phase terminal with half of the phase-to-phase (or longitudinal) insulation power-frequency withstand voltage. The earth terminal shall be earthed;

– with one power-frequency voltage source. The earth terminal may be allowed to assume a voltage to earth sufficient to avoid disruptive discharges to earth or to the earth terminal.

NOTE If, during the test, the terminal earthed in service is carried to a voltage which influences the electrical stresses on the phase terminal (as occurs in compressed gas longitudinal insulation having U_m ≥ 72,5 kV), means should be adopted to maintain this voltage as close as possible to the difference between the test voltage of the phase-to-phase (or longitudinal) insulation and that of the phase-to-earth insulation.

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

6.5.2 Essais au choc de foudre de l'isolation entre phases (ou longitudinale)

L'isolement entre phases (ou longitudinal) peut exiger une tension de tenue au choc de foudre supérieure à la tension de tenue phase-terre normalisée du Tableau 2. Dans de tels cas, les essais concernés doivent être effectués immédiatement après les essais de l'isolation phase-terre en augmentant la tension sans changer la disposition d'essai. Dans l'évaluation des résultats d'essai, on ne considère pas les chocs ayant engendré une décharge disruptive à la terre.

Lorsque le nombre des décharges à la terre empêche d'effectuer l'essai, un essai combiné doit être utilisé avec une composante de choc égale à la tension de tenue au choc de foudre entre phase et terre et une composante à fréquence industrielle dont la crête est de polarité opposée et de valeur égale à la différence entre les tensions de tenue au choc de foudre entre phases (ou longitudinale) et phase-terre. En variante, le comité de produit concerné peut spécifier une augmentation de l'isolement externe phase-terre.

6.6 Essais de tension de tenue normalisée de l'isolation entre phases et de l'isolation longitudinale pour le matériel de la gamme II

L'essai de tension de tenue combinée doit être effectué en tenant compte des exigences suivantes:

– la configuration d'essai doit reproduire convenablement la configuration en service, en particulier en ce qui concerne l'influence du plan de terre;

– chaque composante de la tension d'essai doit avoir la valeur spécifiée en 5.10;

– la borne de terre doit être reliée à la terre;

– pour les essais entre phases, la borne de la troisième phase doit être soit enlevée, soit mise à la terre;

– pour les essais de l'isolation longitudinale, les bornes des deux autres phases doivent être soit enlevées, soit mises à la terre.

L'essai doit être répété dans toutes les combinaisons possibles des bornes de phase, à moins que des considérations de symétrie électrique démontrent que ce n’est pas nécessaire.

Dans l'évaluation des résultats d'essai, toute décharge disruptive doit être prise en compte. Les comités de produit et la CEI 60060-1 donnent des recommandations plus détaillées pour les essais.

Pour des applications spéciales, les comités de produit concernés peuvent étendre à la gamme II les procédures d'essai de tension de tenue au choc de foudre de l'isolation longitudinale applicables aux matériels de la gamme I.

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

6.5.2 Phase-to-phase (or longitudinal) insulation lightning impulse tests

The phase-to-phase (or longitudinal) insulation may require a lightning impulse withstand voltage higher than the standard phase-to-earth withstand voltage as shown in Table 2. In such cases, the relevant tests shall be performed immediately after the phase-to-earth insulation tests increasing the voltage without changing the test arrangement. In evaluating the test results, the impulses leading to disruptive discharge to earth are considered as non-events.

When the number of discharges to earth does not allow the test to be performed, a combined test shall be adopted with an impulse component equal to the phase-to-earth lightning impulse withstand voltage and a power-frequency component with the peak value of opposite polarity equal to the difference between the phase-to-phase (or longitudinal) and the phase-to-earth lightning impulse withstand voltages. Alternatively, for external insulation, the relevant apparatus committees may specify that the phase-to-earth insulation be increased.

6.6 Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests for equipment in range II

The combined voltage withstand voltage test shall be performed meeting the following requirements:

– the test configuration shall suitably duplicate the service configuration, especially with reference to the influence of the earth plane;

– each component of the test voltage shall have the value specified in 5.10;

– the earth terminal shall be connected to earth;

– in phase-to-phase tests the terminal of the third phase shall be either removed or earthed;

– in longitudinal insulation tests the terminals of the other two phases shall be either removed or earthed.

The test shall be repeated for all possible combinations of the phase terminals, unless proved unnecessary by considerations of electrical symmetry.

In the evaluation of the test results, any disruptive discharge is counted. More detailed recommendations for the tests are given by apparatus committees and IEC 60060-1.

For special applications, the relevant apparatus committees may extend to longitudinal insulation lightning impulse withstand voltage tests of range II the same test procedure applicable to equipment of range I.

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
(normative)

Distances dans l'air pour installation garantissant une tension de tenue aux chocs spécifiée

A.1 Général

Dans des installations complètes (postes par exemple) qui ne peuvent pas être essayées dans leur ensemble, il est nécessaire de s'assurer que la tenue diélectrique est adéquate.

Les tensions de tenue au choc de foudre et de manœuvre dans l'air, dans les conditions atmosphériques normalisées de référence, doivent être égales ou supérieures aux tensions de tenue au choc de foudre et de manœuvre spécifiées dans la présente norme. En suivant ce principe, les distances dans l'air minimales ont été déterminées pour différentes configurations d'électrodes. Les distances minimales spécifiées sont déterminées avec une approche prudente qui prend en compte l'expérience acquise.

Ces distances sont uniquement destinées à répondre aux exigences de coordination de l'isolement. Les exigences de sécurité peuvent donner lieu à des distances bien plus importantes.

Les Tableaux A.1, A.2 et A.3 sont d'application générale puisqu'ils donnent les distances minimales qui assurent un niveau d'isolement spécifié.

Ces distances peuvent être inférieures s'il a été démontré par des essais sur des configurations réelles ou similaires que les tensions de tenue aux chocs normalisées sont satisfaites en prenant en considération toutes les conditions d'environnement qui créent des irrégularités à la surface des électrodes, par exemple la pluie ou la pollution. Par conséquent, ces distances ne sont pas applicables à des matériels qui ont un essai de type de tenue au choc inclus dans la spécification, car des distances obligatoires peuvent pénaliser la conception des matériels, accroître leur coût et freiner le progrès.

Les distances dans l'air peuvent aussi être plus faibles lorsqu'il a été confirmé par le retour d'expérience que les surtensions sont inférieures aux valeurs supposées lors du choix des tensions de tenue assignées normalisées, ou que la configuration des électrodes est plus favorable que celle admise pour définir les distances recommandées.

Le Tableau A.1 donne la relation entre la distance dans l'air minimale et la tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre pour des configurations d'électrodes de type pointe-structure et, en outre dans la gamme II, pour des configurations de type conducteur-structure. Ce tableau est aussi bien valable pour les distances phase-terre que pour les distances entre phases, (voir note du Tableau A.1).

Le Tableau A.2 donne la distance dans l'air minimale pour des configurations d'électrodes de type conducteur-structure et pointe-conducteur en fonction de la tension phase-terre de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre. La configuration conducteur-structure couvre une large gamme de configurations utilisées normalement.

Le Tableau A.3 donne la distance dans l'air minimale pour des configurations d'électrodes de type conducteur-conducteur et pointe-conducteur en fonction de la tension phase-phase de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre. La configuration dissymétrique pointe-conducteur est la pire des configurations normalement rencontrées en service. La configuration conducteur-conducteur couvre toutes les configurations symétriques à formes d'électrodes similaires sur les deux phases.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
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
(normative)

Clearances in air to assure a specified impulse withstand voltage installation

A.1 General

In complete installations (e.g. substations) which cannot be tested as a whole, it is necessary to ensure that the dielectric strength is adequate.

The switching and lightning impulse withstand voltages in air at standard reference atmospheric conditions shall be equal to, or greater than, the standard rated switching and lightning impulse withstand voltages as specified in this standard. Following this principle, minimum clearances have been determined for different electrode configurations. The minimum clearances specified are determined with a conservative approach, taking into account practical experience.

These clearances are intended solely to address insulation co-ordination requirements. Safety requirements may result in substantially larger clearances.

Tables A.1, A.2 and A.3 are suitable for general application, as they provide minimum clearances ensuring the specified insulation level.

These clearances may be lower if it has been proven by tests on actual or similar configurations that the standard impulse withstand voltages are met, taking into account all relevant environmental conditions which can create irregularities on the surface of electrodes, for example rain, pollution. These distances are therefore not applicable to equipment which has an mandatory impulse type test included in the specification, since a mandatory minimal clearance might hamper the design of equipment, increase its cost and impede progress.

The clearances may also be lower, where it has been confirmed by operating experience that the overvoltages are lower than those expected in the selection of the standard rated withstand voltages or that the gap configuration is more favourable than that assumed for the recommended clearances.

Table A.1 correlates the minimum air clearances with the standard rated lightning impulse withstand voltage for electrode configurations of the rod-structure type and, in addition for range II, of the conductor-structure type. They are applicable for phase-to-earth clearances as well as for clearances between phases (see note under Table A.1).

Table A.2 correlates the minimum air clearances for electrode configurations of the conductor-structure type and the rod-structure type with the standard rated switching impulse withstand voltage phase-to-earth. The conductor-structure configuration covers a large range for normally used configurations.

Table A.3 correlates the minimum air clearances for electrode configurations of the conductor-conductor type and the rod-conductor type with the standard rated switching impulse withstand voltage phase-to-phase. The unsymmetrical rod-conductor configuration is the worst electrode configuration normally encountered in service. The conductor-conductor configuration covers all symmetrical configurations with similar electrode shapes on the two phases.

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

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

Les distances dans l'air applicables en service sont déterminées sur la base des règles données ci-après.

A.2 Gamme I

Les distances dans l'air phase-terre et phase-phase sont déterminées à partir de la tension normalisée de tenue au choc de foudre donnée par le Tableau A.1. La tension normalisée de tenue à la fréquence industrielle de courte durée peut être négligée si le rapport entre la tension normalisée de tenue au choc de foudre et la tension normalisée de tenue à la fréquence industrielle de courte durée est supérieur à 1,7.

Tableau A.1 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de foudre et les distances dans l'air minimales

Tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre	**Distance d'isolement dans l'air minimale** mm	
kV	**Pointe-structure**	**Conducteur-structure**
20	60	
40	60	
60	90	
75	120	
95	160	
125	220	
145	270	
170	320	
200	380	
250	480	
325	630	
380	750	
450	900	
550	1 100	
650	1 300	
750	1 500	
850	1 700	1 600
950	1 900	1 700
1 050	2 100	1 900
1 175	2 350	2 200
1 300	2 600	2 400
1 425	2 850	2 600
1 550	3 100	2 900
1 675	3 350	3 100
1 800	3 600	3 300
1 950	3 900	3 600
2 100	4 200	3 900

NOTE Le choc de foudre normalisé est applicable à l'isolation phase-phase et à l'isolation phase-terre.

Pour l'isolation phase-terre, la distance minimale pour les configurations pointe-structure et conducteur-structure sont applicables.

Pour l'isolation phase-phase, la distance minimale pour la configuration pointe-structure est applicable.

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

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

The air clearances applicable in service are determined according to the following rules.

A.2 Range I

The air clearance phase-to-earth and phase-to-phase is determined from Table A.1 for the rated lightning impulse withstand voltage. The standard rated short-duration power-frequency withstand voltage can be disregarded when the ratio of the standard rated lightning impulse withstand voltage to the standard rated short-duration power-frequency withstand voltage is higher than 1,7.

Table A.1 – Correlation between standard rated lightning impulse withstand voltages and minimum air clearances

Standard rated lightning impulse withstand voltage	**Minimum clearance** mm	
kV	**Rod-structure**	**Conductor-structure**
20	60	
40	60	
60	90	
75	120	
95	160	
125	220	
145	270	
170	320	
200	380	
250	480	
325	630	
380	750	
450	900	
550	1 100	
650	1 300	
750	1 500	
850	1 700	1 600
950	1 900	1 700
1 050	2 100	1 900
1 175	2 350	2 200
1 300	2 600	2 400
1 425	2 850	2 600
1 550	3 100	2 900
1 675	3 350	3 100
1 800	3 600	3 300
1 950	3 900	3 600
2 100	4 200	3 900

NOTE The standard rated lightning impulse withstand voltages are applicable phase-to-phase and phase-to-earth.

For phase-to-earth, the minimum clearance for conductor-structure and rod-structure is applicable.

For phase-to-phase, the minimum clearance for rod-structure 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

A.3 Gamme II

La distance dans l'air phase-terre est la plus grande des distances pour la configuration pointe-structure déterminées à partir des tensions de tenue assignées normalisées au choc de foudre, d'une part (Tableau A.1), et au choc de manœuvre, d'autre part (Tableau A.2).

La distance dans l'air phase-phase est la plus grande des distances déterminées pour la configuration pointe-structure à partir des tensions de tenue assignées normalisées au choc de foudre, d'une part (Tableau A.1), et au choc de manœuvre, d'autre part (Tableau A.3).

Les valeurs sont valables pour les altitudes qui ont été considérées dans la détermination des tensions de tenue requises.

Les distances dans l'air nécessaires pour tenir la tension normalisée de tenue au choc de foudre pour l'isolation longitudinale dans la gamme II peuvent être obtenues en ajoutant 0,7 fois la tension de service maximale (U_s) phase-terre crête à la valeur de la tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre et en divisant la somme par 500 kV/m.

Les distances dans l'air relatives à l'isolation longitudinale dans la gamme II, nécessaires pour tenir la tension de tenue assignée normalisée au choc de manœuvres, sont inférieures aux valeurs phase-phase correspondantes. De telles distances dans l'air n'existent généralement que pour des matériels subissant un essai de type et les valeurs minimales ne sont par conséquent pas données dans cette norme.

Tableau A.2 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de manœuvre et les distances dans l'air minimales phase-terre

Tension de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre	Distance d'isolement dans l'air phase-terre minimale mm	
kV	Pointe-structure	Conducteur-structure
750	1 900	1 600
850	2 400	1 800
950	2 900	2 200
1 050	3 400	2 600
1 175	4 100	3 100
1 300	4 800	3 600
1 425	5 600	4 200
1 550	6 400	4 900

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

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 Range II

The phase-to-earth clearance is the higher value of the clearances determined for the rod-structure configuration from Table A.1 for the standard rated lightning impulse withstand voltages, and from Table A.2 for the standard rated switching impulse withstand voltages respectively.

The phase-to-phase clearance is the higher value of the clearances determined for the rod-structure configuration from Table A.1 for the standard rated lightning impulse withstand voltages and from Table A.3 for the standard switching impulse withstand voltages respectively.

The values are valid for altitudes which have been taken into account in the determination of the required withstand voltages.

The clearances necessary to withstand the standard rated lightning impulse withstand voltage for the longitudinal insulation in range II can be obtained by adding 0,7 times the highest voltage of a system (U_s) phase-to-earth peak to the value of the standard rated lightning impulse withstand voltage and by dividing the sum by 500 kV/m.

The clearances necessary for the longitudinal standard rated switching impulse withstand voltage in range II are smaller than the corresponding phase-to-phase value. Such clearances usually exist only in type tested apparatus and minimum values are therefore not given in this standard.

Table A.2 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages and minimum phase-to-earth air clearances

Standard rated switching impulse withstand voltage	Minimum phase-to-earth mm	
kV	Rod-structure	Conductor-structure
750	1 900	1 600
850	2 400	1 800
950	2 900	2 200
1 050	3 400	2 600
1 175	4 100	3 100
1 300	4 800	3 600
1 425	5 600	4 200
1 550	6 400	4 900

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.3 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de manœuvre et les distances dans l'air minimales phase-phase

Tension de tenue assignée normalisée au choc de manœuvre			Distance d'isolement dans l'air minimale phase-phase mm	
Phase-terre kV	Valeur phase-phase / Valeur phase-terre	Phase- phases kV	Conducteur-conducteur parallèles	Pointe-conducteur
750	1,5	1 125	2 300	2 600
850	1,5	1 275	2 600	3 100
850	1,6	1 360	2 900	3 400
950	1,5	1 425	3 100	3 600
950	1,7	1 615	3 700	4 300
1 050	1,5	1 575	3 600	4 200
1 050	1,6	1 680	3 900	4 600
1 175	1,5	1 763	4 200	5 000
1 300	1,7	2 210	6 100	7 400
1 425	1,7	2 423	7 200	9 000
1 550	1,6	2 480	7 600	9 400

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

Table A.3 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages and minimum phase-to-phase air clearances

Standard rated switching impulse withstand voltage			Minimum phase-to-phase clearance mm	
Phase-to-earth kV	Phase-to-phase value / Phase-to-earth value	Phase-to-phase kV	Conductor-conductor parallel	Rod-conductor
750	1,5	1 125	2 300	2 600
850	1,5	1 275	2 600	3 100
850	1,6	1 360	2 900	3 400
950	1,5	1 425	3 100	3 600
950	1,7	1 615	3 700	4 300
1 050	1,5	1 575	3 600	4 200
1 050	1,6	1 680	3 900	4 600
1 175	1,5	1 763	4 200	5 000
1 300	1,7	2 210	6 100	7 400
1 425	1,7	2 423	7 200	9 000
1 550	1,6	2 480	7 600	9 400

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
(informative)

Valeurs de niveaux d'isolement assignés pour 1 kV < U_m ≤ 245 kV pour des tensions les plus élevées pour le matériel U_m non normalisées par la CEI, fondées sur la pratique existant dans certains pays

Tableau B.1 – Valeurs de niveaux d'isolement assignés pour 1 kV < U_m ≤ 245 kV pour des tensions les plus élevées pour le matériel U_m non normalisées par la CEI, fondées sur la pratique existant dans certains pays

Tension la plus élevée pour le matériel (U_m) kV (valeur efficace)	Tension de tenue assignée normalisée de courte durée à fréquence industrielle kV (valeur efficace)	Tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre kV (valeur crête)
40,5	80	185
	80	190
	85	200
82,5	140	325
	150	380

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

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
(informative)

Values of rated insulation levels for 1kV < U_m ≤ 245 kV for highest voltages for equipment U_m not standardized by IEC based on current practice in some countries

Table B.1 – Values of rated insulation levels for 1kV < U_m ≤ 245 kV for highest voltages for equipment U_m not standardized by IEC based on current practice in some countries

Highest voltage for equipment (U_m) kV (r.m.s. value)	Standard rated short-duration power-frequency withstand voltage kV (r.m.s. value)	Standard rated lightning impulse withstand voltage kV (peak value)
40,5	80	185
	80	190
	85	200
82,5	140	325
	150	380

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

Bibliographie

CEI 60050(601), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

CEI 60050(604), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

CEI 60721-2-2, *Classification des conditions d'environnement – Partie 2: Conditions d'environnement présentes dans la nature – Précipitations et vent*

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

Bibliography

IEC 60050(601), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050(604), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60721-2-2, *Classification of environmental conditions – Part 2: Environmental conditions appearing in nature – Precipitation and wind*

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

Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC**/CSC at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland

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

Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: *(e.g. 60601-1-1)*

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard *(tick all that apply).* I am the/a:

purchasing agent ❑
librarian ❑
researcher ❑
design engineer ❑
safety engineer ❑
testing engineer ❑
marketing specialist ❑
other.....

Q3 I work for/in/as a: *(tick all that apply)*

manufacturing ❑
consultant ❑
government ❑
test/certification facility ❑
public utility ❑
education ❑
military ❑
other.....

Q4 This standard will be used for: *(tick all that apply)*

general reference ❑
product research ❑
product design/development ❑
specifications ❑
tenders ❑
quality assessment ❑
certification ❑
technical documentation ❑
thesis ❑
manufacturing ❑
other.....

Q5 This standard meets my needs: *(tick one)*

not at all ❑
nearly ❑
fairly well ❑
exactly ❑

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: *(tick all that apply)*

standard is out of date ❑
standard is incomplete ❑
standard is too academic ❑
standard is too superficial ❑
title is misleading ❑
I made the wrong choice ❑
other .....

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:
(1) unacceptable,
(2) below average,
(3) average,
(4) above average,
(5) exceptional,
(6) not applicable

timeliness.....
quality of writing.....
technical contents.....
logic of arrangement of contents .....
tables, charts, graphs, figures.....
other .....

Q8 I read/use the: *(tick one)*

French text only ❑
English text only ❑
both English and French texts ❑

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

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

Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Suisse

ou

Télécopie: **CEI**/CSC +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)
Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 GENÈVE 20
Suisse

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

Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact: (*ex. 60601-1-1)*

.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

agent d'un service d'achat ❑
bibliothécaire ❑
chercheur ❑
ingénieur concepteur ❑
ingénieur sécurité ❑
ingénieur d'essais ❑
spécialiste en marketing ❑
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

dans l'industrie ❑
comme consultant ❑
pour un gouvernement ❑
pour un organisme d'essais/ certification ❑
dans un service public ❑
dans l'enseignement ❑
comme militaire ❑
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

ouvrage de référence ❑
une recherche de produit ❑
une étude/développement de produit ❑
des spécifications ❑
des soumissions ❑
une évaluation de la qualité ❑
une certification ❑
une documentation technique ❑
une thèse ❑
la fabrication ❑
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

pas du tout ❑
à peu près ❑
assez bien ❑
parfaitement ❑

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

la norme a besoin d'être révisée ❑
la norme est incomplète ❑
la norme est trop théorique ❑
la norme est trop superficielle ❑
le titre est équivoque ❑
je n'ai pas fait le bon choix ❑
autre(s) .....

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

publication en temps opportun .....
qualité de la rédaction.....
contenu technique .....
disposition logique du contenu .....
tableaux, diagrammes, graphiques, figures.....
autre(s) .....

Q8 Je lis/utilise: *(une seule réponse)*

uniquement le texte français ❑
uniquement le texte anglais ❑
les textes anglais et français ❑

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

ISBN 2-8318-8470-5



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