



IEC 60071-1

Edition 8.1 2011-03

®

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



colour
inside

**Insulation co-ordination –
Part 1: Definitions, principles and rules**

**Coordination de l'isolement –
Partie 1: Définitions, principes et règles**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.080.30

ISBN 978-2-88912-413-8

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Symbols and abbreviations.....	14
4.1 General.....	14
4.2 Subscripts	14
4.3 Letter symbols.....	14
4.4 Abbreviations	15
5 Procedure for insulation co-ordination	15
5.1 General outline of the procedure	15
5.2 Determination of the representative voltages and overvoltages (U_{rp}).....	17
5.3 Determination of the co-ordination withstand voltages (U_{cw}).....	18
5.4 Determination of the required withstand voltage (U_{rw})	18
5.5 Selection of the rated insulation level	19
5.6 List of standard rated short-duration power frequency withstand voltages	20
5.7 List of standard rated impulse withstand voltages	20
5.8 Ranges for highest voltage for equipment.....	20
5.9 Environmental conditions	20
5.10 Selection of the standard insulation level.....	21
5.11 Background of the standard insulation levels.....	25
6 Requirements for standard withstand voltage tests	27
6.1 General requirements.....	27
6.2 Standard short-duration power-frequency withstand voltage tests	28
6.3 Standard impulse withstand voltage tests	28
6.4 Alternative test situation	29
6.5 Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests for equipment in range I	29
6.6 Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests for equipment in range II	30
Annex A (normative) Clearances in air to assure a specified impulse withstand voltage installation	31
Annex B (informative) Values of rated insulation levels for $1\text{ kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$ for highest voltages for equipment U_m not standardized by IEC based on current practice in some countries	36
Bibliography.....	37
Figure 1 – Flow chart for the determination of rated or standard insulation level	16

Table 1 – Classes and shapes of overvoltages, Standard voltage shapes and Standard withstand voltage tests 17

Table 2 – Standard insulation levels for range I ($1\text{kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$)..... 23

Table 3 – Standard insulation levels for range II ($U_m > 245 \text{ kV}$) 24

Table A.1 – Correlation between standard rated lightning impulse withstand voltages and minimum air clearances 32

Table A.2 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages and minimum phase-to-earth air clearances..... 34

Table A.3 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages and minimum phase-to-phase air clearances 35

Table B.1- Values of rated insulation levels for $1\text{kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ for highest voltages for equipment U_m not standardized by IEC based on current practice in some countries 36

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of IEC 60071-1 consists of the eight edition (2006) [documents 28/176/FDIS and 28/177/RVC] and its amendment 1 (2010) [documents 28/198A/FDIS and 28/201/RVD]. It bears the edition number 8.1.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience. A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

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

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;
- 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 ($1\text{kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$) (Table 2) addition of the highest voltage for equipment $U_m = 100\text{ kV}$;
- in the standard insulation levels for range II ($U_m > 245\text{ kV}$) (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 $1\text{kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$ for highest voltages for equipment U_m not standardized by IEC based on current practice in some countries.

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 the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

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, *High-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*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	40
1 Domaine d'application	42
2 Références normatives	42
3 Termes et définitions	43
4 Symboles et abréviations.....	50
4.1 Généralités.....	50
4.2 Indices	50
4.3 Symboles littéraux.....	50
4.4 Abréviations	51
5 Procédure pour la coordination de l'isolement	51
5.1 Généralités sur la procédure	51
5.2 Détermination des tensions et surtensions représentatives (U_{rp})	53
5.3 Détermination des tensions de tenue de coordination (U_{cw}).....	54
5.4 Détermination des tensions de tenue requises (U_{rw}).....	55
5.5 Choix du niveau d'isolement assigné	55
5.6 Liste des tensions de tenue assignées normalisées de courte durée à fréquence industrielle	56
5.7 Liste des tensions de tenue assignées normalisées aux chocs	56
5.8 Gammes de la tension la plus élevée pour le matériel	57
5.9 Conditions environnementales.....	57
5.10 Choix du niveau d'isolement normalisé.....	57
5.11 Origine des niveaux d'isolement normalisés	62
6 Exigences pour les essais de tension de tenue normalisée.....	63
6.1 Exigences générales	63
6.2 Essais de tension de tenue normalisée de courte durée à fréquence industrielle	64
6.3 Essais de tension de tenue normalisée aux chocs	64
6.4 Situation d'essai alternative.....	65
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	66
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	66
 Annexe A (normative) Distances dans l'air pour installation garantissant une tension de tenue aux chocs spécifiée	 68
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	73
 Bibliographie.....	 74
 Figure 1 – Organigramme de détermination du niveau d'isolement assigné ou normalisé	 52

Table 1 – Classes et formes des surtensions, des formes de tension normalisées et des essais de tension de tenue normalisée.....	53
Tableau 2 – Niveaux d'isolement normalisés pour la gamme I ($1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$).....	59
Tableau 3 – Niveaux d'isolement normalisés pour la gamme II ($U_m > 245 \text{ kV}$).....	60
Tableau A.1 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de foudre et les distances dans l'air minimales	69
Tableau A.2 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de manœuvre et les distances dans l'air minimales phase-terre.....	71
Tableau A.3 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de manœuvre et les distances dans l'air minimales entre phases-phase	72
Tableau B.1 – Valeurs de niveaux d'isolement assignés pour $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ pour des tensions les plus élevées pour le matériel U_m non normalisées par la CEI, fondées sur la pratique existant dans certains pays	73

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la CEI 60071-1 comprend la huitième édition (2006) [documents 28/176/FDIS et 28/177/RVC] et son amendement 1 (2010) [documents 28/198A/FDIS et 28/201/RVD]. Elle porte le numéro d'édition 8.1.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

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

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;
- 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 ($1\text{kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$) (Tableau 2), introduction de la tension la plus élevée pour le matériel $U_m = 100\text{ kV}$;
- dans les niveaux de tenue normalisés pour la gamme II ($U_m > 245\text{ kV}$) (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 $1\text{ kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$ pour des tensions les plus élevées pour le matériel U_m non normalisées par la CEI, fondées sur la pratique existant dans certains pays.

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 la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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

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)*