



IEC 60071-1

Edition 8.0 2006-01

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**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

PRICE CODE  
CODE PRIX



## 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 ( $U_{rw}$ ) .....	19
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 .....	21
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.....	26
6.1 General requirements.....	26
6.2 Standard short-duration power-frequency withstand voltage tests .....	27
6.3 Standard impulse withstand voltage tests .....	27
6.4 Alternative test situation .....	28
6.5 Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests for equipment in range I .....	28
6.6 Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests for equipment in range II .....	29
Annex A (normative) Clearances in air to assure a specified impulse withstand voltage installation .....	30
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 .....	34
Bibliography.....	35
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 ..... 31

Table A.2 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages and minimum phase-to-earth air clearances..... 32

Table A.3 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages and minimum phase-to-phase air clearances ..... 33

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 ..... 34

# 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;

- 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.

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.

## 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.....	38
1 Domaine d'application .....	40
2 Références normatives.....	40
3 Termes et définitions .....	41
4 Symboles et abréviations.....	48
4.1 Généralités.....	48
4.2 Indices .....	48
4.3 Symboles littéraux.....	48
4.4 Abréviations .....	49
5 Procédure pour la coordination de l'isolement .....	49
5.1 Généralités sur la procédure .....	49
5.2 Détermination des tensions et surtensions représentatives ( $U_{rp}$ ) .....	51
5.3 Détermination des tensions de tenue de coordination ( $U_{cw}$ ).....	52
5.4 Détermination des tensions de tenue requises ( $U_{rw}$ ).....	53
5.5 Choix du niveau d'isolement assigné.....	53
5.6 Liste des tensions de tenue assignées normalisées de courte durée à fréquence industrielle .....	54
5.7 Liste des tensions de tenue assignées normalisées aux chocs .....	54
5.8 Gammes de la tension la plus élevée pour le matériel .....	54
5.9 Conditions environnementales.....	55
5.10 Choix du niveau d'isolement normalisé.....	55
5.11 Origine des niveaux d'isolement normalisés .....	59
6 Exigences pour les essais de tension de tenue normalisée.....	60
6.1 Exigences générales .....	60
6.2 Essais de tension de tenue normalisée de courte durée à fréquence industrielle .....	61
6.3 Essais de tension de tenue normalisée aux chocs .....	61
6.4 Situation d'essai alternative.....	62
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 .....	62
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 .....	63
 Annexe A (normative) Distances dans l'air pour installation garantissant une tension de tenue aux chocs spécifiée .....	 64
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 .....	68
 Bibliographie.....	 69
 Figure 1 – Organigramme de détermination du niveau d'isolement assigné ou normalisé.....	 50

Table 1 – Classes et formes des surtensions, des formes de tension normalisées et des essais de tension de tenue normalisée.....	51
Tableau 2 – Niveaux d'isolement normalisés pour la gamme I ( $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ ).....	57
Tableau 3 – Niveaux d'isolement normalisés pour la gamme II ( $U_m > 245 \text{ kV}$ ).....	58
Tableau A.1 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de foudre et les distances dans l'air minimales.....	65
Tableau A.2 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de manœuvre et les distances dans l'air minimales phase-terre.....	66
Tableau A.3 – Correspondance entre les tensions de tenue assignées normalisées au choc de manœuvre et les distances dans l'air minimales phase-phase.....	67
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.....	68



# 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;

- 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.

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.

## 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)*