IEC 60071-2

Edition 5.0 2023-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

HORIZONTAL PUBLICATION
PUBLICATION HORIZONTALE

Insulation co-ordination – Part 2: Application guidelines

Coordination de l'isolement – Partie 2: Lignes directrices en matière d'application

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 29.080.30

ISBN 978-2-8322-6988-6

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 9
1 Scope 11
2 Normative references 11
3 Terms, definitions, abbreviated terms and symbols 12
3.1 Terms and definitions 12
3.2 Abbreviated terms 12
3.3 Symbols 13
4 Concepts governing the insulation co-ordination 18
5 Representative voltage stresses in service 19
5.1 Origin and classification of voltage stresses 19
5.2 Characteristics of overvoltage protection devices 19
5.2.1 General remarks 19
5.2.2 Metal-oxide surge arresters without gaps (MOSA) 20
5.2.3 Line surge arresters (LSA) for overhead transmission and distribution lines 22
5.3 General approach for the determination of representative voltages and overvoltages 22
5.3.1 Continuous (power-frequency) voltage 22
5.3.2 Temporary overvoltages 22
5.3.3 Slow-front overvoltages 26
5.3.4 Fast-front overvoltages 32
5.3.5 Very-fast-front overvoltages 36
5.4 Determination of representative overvoltages by detailed simulations 37
5.4.1 General overview 37
5.4.2 Temporary overvoltages 37
5.4.3 Slow-front overvoltages 38
5.4.4 Fast-front overvoltages 39
5.4.5 Very-fast-front overvoltages 43
6 Co-ordination withstand voltage 44
6.1 Insulation strength characteristics 44
6.1.1 General 44
6.1.2 Influence of polarity and overvoltage shapes 45
6.1.3 Phase-to-phase and longitudinal insulation 46
6.1.4 Influence of weather conditions on external insulation 47
6.1.5 Probability of disruptive discharge of insulation 47
6.2 Performance criterion 49
6.3 Insulation co-ordination procedures 49
6.3.1 General 49
6.3.2 Insulation co-ordination procedures for continuous (power-frequency) voltage and temporary overvoltage 50
6.3.3 Insulation co-ordination procedures for slow-front overvoltages 51
6.3.4 Insulation co-ordination procedures for fast-front overvoltages 55
6.3.5 Insulation co-ordination procedures for very-fast-front overvoltages 56
7 Required withstand voltage 56
7.1 General remarks 56
7.2 Atmospheric correction 56
7.2.1 General remarks 56

7.2.2 Altitude correction 57
7.3 Safety factors 58
7.3.1 General 58
7.3.2 Ageing 59
7.3.3 Production and assembly dispersion 59
7.3.4 Inaccuracy of the withstand voltage 59
7.3.5 Recommended safety factors (K_S) 59
8 Standard withstand voltage and testing procedures 60
8.1 General remarks 60
8.1.1 Overview 60
8.1.2 Standard switching impulse withstand voltage 60
8.1.3 Standard lightning impulse withstand voltage 60
8.2 Test conversion factors 61
8.2.1 Range I 61
8.2.2 Range II 61
8.3 Determination of insulation withstand by type tests 62
8.3.1 Test procedure dependency upon insulation type 62
8.3.2 Non-self-restoring insulation 62
8.3.3 Self-restoring insulation 62
8.3.4 Mixed insulation 63
8.3.5 Limitations of the test procedures 64
8.3.6 Selection of the type test procedures 64
8.3.7 Selection of the type test voltages 64
9 Special considerations for apparatus and transmission line 65
9.1 Overhead line 65
9.1.1 General 65
9.1.2 Insulation co-ordination for operating voltages and temporary overvoltages 66
9.1.3 Insulation co-ordination for slow-front overvoltages 66
9.1.4 Insulation co-ordination for fast-front overvoltages 67
9.2 Cable line 68
9.2.1 General 68
9.2.2 Insulation co-ordination for operating voltages and temporary overvoltages 68
9.2.3 Insulation co-ordination for slow-front overvoltages 68
9.2.4 Insulation co-ordination for fast-front overvoltages 69
9.2.5 Overvoltage protection of cable lines 69
9.3 GIL (gas insulated transmission line) / GIB (Gas-insulated busduct) 70
9.3.1 General 70
9.3.2 Insulation co-ordination for operating voltages and temporary overvoltages 70
9.3.3 Insulation co-ordination for slow-front overvoltages 70
9.3.4 Insulation co-ordination for fast-front overvoltages 71
9.3.5 Overvoltage protection of GIL/GIB lines 71
9.4 Substation 71
9.4.1 General 71
9.4.2 Insulation co-ordination for overvoltages 72
Annex A (informative) Determination of temporary overvoltages due to earth faults 75
Annex B (informative) Weibull probability distributions 79

B.1 General remarks 79
B.2 Disruptive discharge probability of external insulation 80
B.3 Cumulative frequency distribution of overvoltages 83
Annex C (informative) Determination of the representative slow-front overvoltage due to line energization and re-energization 86
C.1 General remarks 86
C.2 Probability distribution of the representative amplitude of the prospective overvoltage phase-to-earth 86
C.3 Probability distribution of the representative amplitude of the prospective overvoltage phase-to-phase 89
C.4 Insulation characteristic 90
C.5 Numerical example 93
Annex D (informative) Transferred overvoltages in transformers 98
D.1 General remarks 98
D.2 Transferred temporary overvoltages 99
D.3 Capacitively transferred surges 99
D.4 Inductively transferred surges 101
Annex E (informative) Determination of lightning overvoltages by simplified method 105
E.1 General remarks 105
E.2 Determination of the limit distance (X_{p}) 105
E.2.1 Protection with arresters in the substation 105
E.2.2 Self-protection of substation 106
E.3 Estimation of the representative lightning overvoltage amplitude 107
E.3.1 General 107
E.3.2 Shielding penetration 107
E.3.3 Back flashovers 108
E.4 Simplified approach 110
E.5 Assumed maximum value of the representative lightning overvoltage 112
Annex F (informative) Calculation of air gap breakdown strength from experimental data 114
F.1 General 114
F.2 Insulation response to power-frequency voltages 114
F.3 Insulation response to slow-front overvoltages 115
F.4 Insulation response to fast-front overvoltages 116
Annex G (informative) Examples of insulation co-ordination procedure 120
G.1 Overview 120
G.2 Numerical example for a system in range I (with nominal voltage of 230 kV) 120
G.2.1 General 120
G.2.2 Part 1: no special operating conditions 121
G.2.3 Part 2: influence of capacitor switching at station 2 128
G.2.4 Part 3: flow charts related to the example of Clause G.2 130
G.3 Numerical example for a system in range II (with nominal voltage of 735 kV) 135
G.3.1 General 135
G.3.2 Step 1: determination of the representative overvoltages – values of U_{rp} 135
G.3.3 Step 2: determination of the co-ordination withstand voltages – values of U_{cw} 136
G.3.4 Step 3: determination of the required withstand voltages – values of U_{rw} 137

G.3.5 Step 4: conversion to switching impulse withstand voltages (SIWV) 138
G.3.6 Step 5: selection of standard insulation levels 139
G.3.7 Considerations relative to phase-to-phase insulation co-ordination 139
G.3.8 Phase-to-earth clearances 140
G.3.9 Phase-to-phase clearances 141
G.4 Numerical example for substations in distribution systems with U_{m} up to 36 kV in range I 141
G.4.1 General 141
G.4.2 Step 1: determination of the representative overvoltages – values of U_{rp} 142
G.4.3 Step 2: determination of the co-ordination withstand voltages – values of U_{cw} 142
G.4.4 Step 3: determination of required withstand voltages – values of U_{rw} 143
G.4.5 Step 4: conversion to standard short-duration power-frequency and lightning impulse withstand voltages 144
G.4.6 Step 5: selection of standard withstand voltages 145
G.4.7 Summary of insulation co-ordination procedure for the example of Clause G.4 145
Annex H (informative) Atmospheric correction – Altitude correction application example 147
H.1 General principles 147
H.1.1 Atmospheric correction in standard tests 147
H.1.2 Task of atmospheric correction in insulation co-ordination 148
H.2 Atmospheric correction in insulation co-ordination 150
H.2.1 Factors for atmospheric correction 150
H.2.2 General characteristics for moderate climates 150
H.2.3 Special atmospheric conditions 151
H.2.4 Altitude dependency of air pressure 152
H.3 Altitude correction 153
H.3.1 Definition of the altitude correction factor 153
H.3.2 Principle of altitude correction 154
H.3.3 Altitude correction for standard equipment operating at altitudes up to 1 000 m 155
H.3.4 Altitude correction for standard equipment operating at altitudes above 1 000 m 156
H.4 Selection of the exponent m 156
H.4.1 General 156
H.4.2 Derivation of exponent m for switching impulse voltage 157
H.4.3 Derivation of exponent m for critical switching impulse voltage 159
Annex I (informative) Evaluation method of non-standard lightning overvoltage shape for representative voltages and overvoltages 162
I.1 General remarks 162
I.2 Lightning overvoltage shape 162
I.3 Evaluation method for GIS 162
I.3.1 Experiments 162
I.3.2 Evaluation of overvoltage shape 163
I.4 Evaluation method for transformer 163
I.4.1 Experiments 163
I.4.2 Evaluation of overvoltage shape 164

Annex J (informative) Insulation co-ordination for very-fast-front overvoltages in UHV substations 169
J.1 General 169
J.2 Influence of disconnector design 169
J.3 Insulation co-ordination for VFFO 170
Annex K (informative) Application of shunt reactors to limit TOV and SFO of high voltage overhead transmission line 172
K.1 General remarks 172
K.2 Limitation of TOV and SFO 172
K.3 Application of the neutral grounding reactor to limit resonance overvoltage and secondary arc current 172
K.4 SFO and Beat frequency overvoltage limited by neutral arrester 173
K.5 SFO and FFO due to SR de-energization 174
K.6 Limitation of TOV by Controllable SR 174
K.7 Insulation coordination of the SR and neutral grounding reactor 174
K.8 Self-excitation TOV of synchronous generator 174
Annex L (informative) Calculation of lightning stroke rate and lightning outage rate 175
L.1 General 175
L.2 Description in CIGRE [37] 175
L.3 Flash program in IEEE [49] 176
L.4 [Case Study] Calculation of Lightning Stroke Rate and Lightning Outage Rate (Appendix D in CIGRE TB 839 [37]) 176
L.4.1 Basic flow of calculation method 176
L.4.2 Comparison of Calculation Results with Observations 179
Bibliography 181

Figure 1 – Range of 2 % slow-front overvoltages at the receiving end due to line energization and re-energization [27] 28
Figure 2 – Ratio between the 2 % values of slow-front overvoltages phase-to-phase and phase-to-earth [28], [29] 29
Figure 3 – Diagram for surge arrester connection to the protected object 36
Figure 4 – Modelling of transmission lines and substations/power stations 42
Figure 5 – Distributive discharge probability of self-restoring insulation described on a linear scale 51
Figure 6 – Disruptive discharge probability of self-restoring insulation described on a Gaussian scale 52
Figure 7 – Evaluation of deterministic co-ordination factor K_{cd} 52
Figure 8 – Evaluation of the risk of failure 53
Figure 9 – Risk of failure of external insulation for slow-front overvoltages as a function of the statistical co-ordination factor K_{cs} 55
Figure 10 – Dependence of exponent m on the co-ordination switching impulse withstand voltage 58
Figure 11 – Probability P of an equipment to pass the test dependent on the difference K between the actual and the rated impulse withstand voltage 64
Figure 12 – Example of a schematic substation layout used for the overvoltage stress location 71
Figure A.1 – Earth fault factor k on a base of X_0/X_1 for R_1/X_1 = R_f = 0 76

Figure A.2 – Relationship between R_0/X_1 and X_0/X_1 for constant values of earth fault factor k where R_1 = 0 76

Figure A.3 – Relationship between R_0/X_1 and X_0/X_1 for constant values of earth fault factor k where R_1 = 0,5 X_1 77

Figure A.4 – Relationship between R_0/X_1 and X_0/X_1 for constant values of earth fault factor k where $R_1 = X_1$ 77

Figure A.5 – Relationship between R_0/X_1 and X_0/X_1 for constant values of earth fault factor k where R_1 = 2X_1 78

Figure B.1 – Conversion chart for the reduction of the withstand voltage due to placing insulation configurations in parallel 85

Figure C.1 – Probability density and cumulative distribution for derivation of the representative overvoltage phase-to-earth 86

Figure C.2 – Example for bivariate phase-to-phase overvoltage curves with constant probability density and tangents giving the relevant 2 % values 94

Figure C.3 – Principle of the determination of the representative phase-to-phase overvoltage U_{pre} 95

Figure C.4 – Schematic phase-phase-earth insulation configuration 96

Figure C.5 – Description of the 50 % switching impulse flashover voltage of a phase-phase-earth insulation 96

Figure C.6 – Inclination angle of the phase-to-phase insulation characteristic in range "b" dependent on the ratio of the phase-phase clearance D to the height H_{t} above earth 97

Figure D.1 – Distributed capacitances of the windings of a transformer and the equivalent circuit describing the windings 103

Figure D.2 – Values of factor J describing the effect of the winding connections on the inductive surge transference 104

Figure H.1 – Principle of the atmospheric correction during test of a specified insulation level according to the procedure of IEC 60060-1 148

Figure H.2 – Principal task of the atmospheric correction in insulation co-ordination according to IEC 60071-1 149

Figure H.3 – Comparison of atmospheric correction $\delta \times k_h$ with relative air pressure p/p_0 for various weather stations around the world 152

Figure H.4 – Deviation of simplified pressure calculation by exponential function in this document from the temperature dependent pressure calculation of ISO 2533 153

Figure H.5 – Principle of altitude correction: decreasing withstand voltage U_{10} of equipment with increasing altitude 155

Figure H.6 – Sets of m-curves for standard switching impulse voltage including the variations in altitude for each gap factor 159

Figure H.7 – Exponent m for standard switching impulse voltage for selected gap factors covering altitudes up to 4 000 m 159

Figure H.8 – Sets of m-curves for critical switching impulse voltage including the variations in altitude for each gap factor 160

Figure H.9 – Exponent m for critical switching impulse voltage for selected gap factors covering altitudes up to 4 000 m 160

Figure H.10 – Accordance of m-curves from Figure 10 with determination of exponent m by means of critical switching impulse voltage for selected gap factors and altitudes 161

Figure I.1 – Examples of lightning overvoltage shapes 164

Figure I.2 – Example of insulation characteristics with respect to lightning overvoltages of the SF_6 gas gap (Shape E) 165
Figure I.3 – Calculation of duration time T_d 165
Figure I.4 – Shape evaluation flow for GIS and transformer 166
Figure I.5 – Application to GIS lightning overvoltage 167
Figure I.6 – Example of insulation characteristics with respect to lightning overvoltage of the turn-to-turn insulation (Shape C) 167
Figure I.7 – Application to transformer lightning overvoltage 168
Figure J.1 – Insulation co-ordination for very-fast-front overvoltages 171
Figure L.1 – Outline of the CIGRE method for lightning performance of an overhead line 176
Figure L.2 – Flowchart to calculate lightning outage rate of transmission lines 178
Figure L.3 – Typical conductor arrangements of large-scale transmission lines 179
Figure L.4 – Lightning stroke rate to power lines -calculations and observations- 179
Figure L.5 – Lightning outage rate -calculations and observations- 180

Table 1 – Test conversion factors for range I, to convert required SIWV to SDWV and LIWV 61
Table 2 – Test conversion factors for range II to convert required SDWV to SIWV 62
Table 3 – Selectivity of test procedures B and C of IEC 60060-1 63
Table B.1 – Breakdown voltage versus cumulative flashover probability – Single insulation and 100 parallel insulations 82
Table E.1 – Corona damping constant K_{co} 106
Table E.2 – Factor A for various overhead lines 112
Table F.1 – Typical gap factors K for switching impulse breakdown phase-to-earth (according to [1] and [4]) 118
Table F.2 – Gap factors for typical phase-to-phase geometries 119
Table G.1 – Summary of minimum required withstand voltages obtained for the example shown in G.2.2 127
Table G.2 – Summary of required withstand voltages obtained for the example shown in G.2.3 129
Table G.3 – Values related to the insulation co-ordination procedure for the example in G.4 146
Table H.1 – Comparison of functional expressions of Figure 10 with the selected parameters from the derivation of m-curves with critical switching impulse 161
Table I.1 – Evaluation of the lightning overvoltage in the GIS of UHV system 165
Table I.2 – Evaluation of lightning overvoltage in the transformer of 500 kV system 168

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

INSULATION CO-ORDINATION –

Part 2: Application guidelines

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.

IEC 60071-2 has been prepared by IEC technical committee 99: Insulation co-ordination and system engineering of high voltage electrical power installations above 1,0 kV AC and 1,5 kV DC. It is an International Standard.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2018. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) Clause 4 Concepts governing the insulation co-ordination has been added.
b) Subclause 5.3 has been revised, and Subclause 5.4 Detailed simulation has been added because it is widely applied in the recent practices of insulation coordination.
c) Special considerations for cable line and GIL/GIB have been added in Clause 9.
d) Annex K (informative) Application of line shunt reactor to limitation of TOV and SFO in high voltage overhead transmission lines has been added.

e) Annex L (informative) Calculation of lightning stroke rate and lightning outage rate has been added.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
99/356/CDV	99/392/RVC

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 60071 series, published under the general title *Insulation co-ordination*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

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

INSULATION CO-ORDINATION –

Part 2: Application guidelines

1 Scope

This part of IEC 60071 constitutes application guidelines and deals with the selection of insulation levels of equipment or installations for three-phase AC systems. Its aim is to give guidance for the determination of the rated withstand voltages for ranges I and II of IEC 60071-1 and to justify the association of these rated values with the standardized highest voltages for equipment.

This association is for insulation co-ordination purposes only. The requirements for human safety are not covered by this document.

This document covers three-phase AC systems with nominal voltages above 1 kV. The values derived or proposed herein are generally applicable only to such systems. However, the concepts presented are also valid for two-phase or single-phase systems.

This document covers phase-to-earth, phase-to-phase and longitudinal insulation.

This document is not intended to deal with routine tests. These are to be specified by the relevant product committees.

The content of this document strictly follows the flow chart of the insulation co-ordination process presented in Figure 1 of IEC 60071-1:2019. Clauses 5 to 8 correspond to the squares in this flow chart and give detailed information on the concepts governing the insulation co-ordination process which leads to the establishment of the required withstand levels.

This document emphasizes to consider, at the very beginning, all origins, all classes and all types of voltage stresses in service irrespective of the range of highest voltage for equipment. Only at the end of the process, when the selection of the standard withstand voltages takes place, does the principle of covering a particular service voltage stress by a standard withstand voltage apply. Also, at this final step, this document refers to the correlation made in IEC 60071-1 between the standard insulation levels and the highest voltage for equipment.

The annexes contain examples and detailed information which explain or support the concepts described in the main text, and the basic analytical techniques used.

It has the status of a horizontal standard in accordance with IEC Guide 108.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-1:2019, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60505:2011, *Evaluation and qualification of electrical insulation systems*

IEC TS 60815-1: 2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles*

IEC TR 60071-4:2004, *Insulation co-ordination – Part 4: Computational guide to insulation co-ordination and modelling of electrical networks*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 192
1 Domaine d'application 194
2 Références normatives 194
3 Termes, définitions, abréviations et symboles 195
3.1 Termes et definitions 195
3.2 Abréviations 195
3.3 Symboles 196
4 Concepts applicables à la coordination de l'isolement 201
5 Contraintes de tension représentatives en service 202
5.1 Origine et classification des contraintes de tension 202
5.2 Caractéristiques des dispositifs de protection contre les surtensions 203
5.2.1 Remarques générales 203
5.2.2 Parafoudres à oxyde métallique (MOSA) sans éclateur 204
5.2.3 Parafoudres de ligne (LSA) pour les lignes aériennes de transmission et de distribution 205
5.3 Approche générale pour la détermination des tensions et des surtensions représentatives 206
5.3.1 Tension permanente (à la fréquence industrielle) 206
5.3.2 Surtensions temporaires 206
5.3.3 Surtensions à front lent 210
5.3.4 Surtensions à front rapide 216
5.3.5 Surtensions à front très rapide 221
5.4 Détermination des surtensions représentatives au moyen de simulations détaillées 222
5.4.1 Présentation générale 222
5.4.2 Surtensions temporaires 222
5.4.3 Surtensions à front lent 223
5.4.4 Surtensions à front rapide 224
5.4.5 Surtensions à front très rapide 229
6 Tension de tenue de coordination 230
6.1 Caractéristiques de résistance d'isolement 230
6.1.1 Généralités 230
6.1.2 Influence de la polarité et des formes de surtension 231
6.1.3 Isolation entre phases et isolation longitudinale 232
6.1.4 Influence des conditions climatiques sur l'isolation externe 233
6.1.5 Probabilité de décharge disruptive de l'isolation 233
6.2 Critère de performance 235
6.3 Procédures de coordination de l'isolement 235
6.3.1 Généralités 235
6.3.2 Procédures de coordination de l'isolement pour la tension permanente (à fréquence industrielle) et pour les surtensions temporaires 236
6.3.3 Procédures de coordination de l'isolement pour les surtensions à front lent 237
6.3.4 Procédures de coordination de l'isolement pour les surtensions à front rapide 242
6.3.5 Procédures de coordination de l'isolement pour les surtensions à front très rapide 243
7 Tension de tenue exigée 244

7.1 Remarques générales 244
7.2 Correction atmosphérique 244
7.2.1 Remarques générales 244
7.2.2 Correction de l'altitude 244
7.3 Facteurs de sécurité 246
7.3.1 Généralités 246
7.3.2 Vieillissement 246
7.3.3 Dispersion due à la fabrication et au montage 246
7.3.4 Inexactitude de la tension de tenue 246
7.3.5 Facteurs de sécurité recommandés (K_S) 247
8 Tension de tenue normalisée et procédures d'essai 247
8.1 Remarques générales 247
8.1.1 Vue d'ensemble 247
8.1.2 Tension normalisée de tenue au choc de manœuvre 247
8.1.3 Tension normalisée de tenue au choc de foudre 248
8.2 Facteurs de conversion d'essai 248
8.2.1 Plage I 248
8.2.2 Plage II 249
8.3 Détermination de la tenue de l'isolement par des essais de type 249
8.3.1 Relation entre procédure d'essai et type d'isolation 249
8.3.2 Isolation non autorégénératrice 250
8.3.3 Isolation autorégénératrice 250
8.3.4 Isolation mixte 250
8.3.5 Limitations des procédures d'essai 252
8.3.6 Choix des procédures d'essai de type 252
8.3.7 Choix des tensions d'essai de type 252
9 Points particuliers concernant les appareils et les lignes de transport 253
9.1 Lignes aériennes 253
9.1.1 Généralités 253
9.1.2 Coordination de l'isolement vis-à-vis des tensions de service et des surtensions temporaires 253
9.1.3 Coordination de l'isolement pour les surtensions à front lent 254
9.1.4 Coordination de l'isolement pour les surtensions à front rapide 255
9.2 Câbles 256
9.2.1 Généralités 256
9.2.2 Coordination de l'isolement vis-à-vis des tensions de service et des surtensions temporaires 256
9.2.3 Coordination de l'isolement pour les surtensions à front lent 256
9.2.4 Coordination de l'isolement pour les surtensions à front rapide 257
9.2.5 Protection des câbles contre les surtensions 257
9.3 Ligne de transport à isolation gazeuse (GIL)/barre blindée à isolation gazeuse (GIB) 258
9.3.1 Généralités 258
9.3.2 Coordination de l'isolement vis-à-vis des tensions de service et des surtensions temporaires 258
9.3.3 Coordination de l'isolement pour les surtensions à front lent 258
9.3.4 Coordination de l'isolement pour les surtensions à front rapide 259
9.3.5 Protection contre les surtensions des lignes de GIL/GIB 259
9.4 Poste 259

9.4.1 Généralités 259
9.4.2 Coordination de l'isolement vis-à-vis des surtensions 261
Annexe A (informative) Détermination des surtensions temporaires dues à des défauts à la terre 263
Annexe B (informative) Fonction de répartition de Weibull 267
B.1 Remarques générales 267
B.2 Probabilité de décharge disruptive de l'isolation externe 268
B.3 Distribution de fréquence cumulative des surtensions 271
Annexe C (informative) Détermination de la surtension représentative à front lent due à l'enclenchement et au réenclenchement d'une ligne 274
C.1 Remarques générales 274
C.2 Fonction de répartition de l'amplitude représentative de la surtension présumée phase-terre 274
C.3 Fonction de répartition de l'amplitude représentative de la surtension présumée entre phases 277
C.4 Caractéristiques de l'isolation 278
C.5 Exemple numérique 281
Annexe D (informative) Surtensions transmises dans les transformateurs 286
D.1 Remarques générales 286
D.2 Surtensions temporaires transmises 287
D.3 Surtensions transmises par voie capacitive 288
D.4 Surtensions transmises par voie inductive 289
Annexe E (informative) Détermination des surtensions de foudre à l'aide de la méthode simplifiée 293
E.1 Remarques générales 293
E.2 Détermination de la distance limite (X_p) 293
E.2.1 Protection par parafoudres dans le poste 293
E.2.2 Autoprotection des postes 294
E.3 Estimation de l'amplitude de la surtension de foudre représentative 295
E.3.1 Généralités 295
E.3.2 Pénétration du blindage 295
E.3.3 Amorçages en retour 296
E.4 Approche simplifiée 298
E.5 Valeur maximale présumée de la surtension de foudre représentative 300
Annexe F (informative) Calcul de la rigidité diélectrique des intervalles d'air à partir des données expérimentales 302
F.1 Généralités 302
F.2 Comportement de l'isolation aux tensions à fréquence industrielle 302
F.3 Comportement de l'isolation aux surtensions à front lent 303
F.4 Comportement de l'isolation aux surtensions à front rapide 304
Annexe G (informative) Exemples de procédures de coordination de l'isolement 308
G.1 Vue d'ensemble 308
G.2 Exemple numérique pour un réseau de la plage I (tension nominale de 230 kV) 308
G.2.1 Généralités 308
G.2.2 Partie 1: absence de conditions de service particulières 309
G.2.3 Partie 2: influence de manœuvres de condensateurs au poste 2 316
G.2.4 Partie 3: organigrammes relatifs à l'exemple de l'Article G.2 319

G.3 Exemple numérique pour un réseau de la plage II (tension nominale de 735 kV) 324
G.3.1 Généralités 324
G.3.2 Étape 1: détermination des surtensions représentatives – valeurs de U_{rp} 324
G.3.3 Étape 2: détermination des tensions de tenue de coordination – valeurs de U_{cw} 325
G.3.4 Étape 3: détermination des tensions de tenue exigées – valeurs de U_{rw} 327
G.3.5 Étape 4: conversion en tensions de tenue au choc de manœuvre (SIWV) 328
G.3.6 Étape 5: choix de niveaux d'isolement normalisés 328
G.3.7 Considérations relatives à la coordination de l'isolement entre phases 329
G.3.8 Distances d'isolement phase-terre 330
G.3.9 Distances d'isolement entre phases 330
G.4 Exemple numérique pour des postes de réseaux de distribution avec U_m jusqu'à 36 kV dans la plage I 331
G.4.1 Généralités 331
G.4.2 Étape 1: détermination des surtensions représentatives – valeurs de U_{rp} 331
G.4.3 Étape 2: détermination des tensions de tenue de coordination – valeurs de U_{cw} 332
G.4.4 Étape 3: détermination des tensions de tenue exigées – valeurs de U_{rw} 333
G.4.5 Étape 4: conversion en tensions de tenue normalisées de courte durée à fréquence industrielle et en tensions de tenue au choc de foudre 334
G.4.6 Étape 5: choix des tensions de tenue normalisées 334
G.4.7 Récapitulatif de la procédure de coordination de l'isolement pour l'exemple de l'Article G.4 335
Annexe H (informative) Correction atmosphérique – Exemple d'application de la correction de l'altitude 337
H.1 Principes généraux 337
H.1.1 Correction atmosphérique dans les essais normatifs 337
H.1.2 Fonction de la correction atmosphérique dans la coordination de l'isolement 338
H.2 Correction atmosphérique dans la coordination de l'isolement 340
H.2.1 Facteurs de correction atmosphérique 340
H.2.2 Caractéristiques générales pour les climats modérés 340
H.2.3 Conditions atmosphériques particulières 341
H.2.4 Relation entre l'altitude et la pression atmosphérique 342
H.3 Correction de l'altitude 343
H.3.1 Définition du facteur de correction de l'altitude 343
H.3.2 Principe de la correction d'altitude 344
H.3.3 Correction de l'altitude pour un matériel normalisé en exploitation à des altitudes jusqu'à 1 000 m 345
H.3.4 Correction de l'altitude pour un matériel normalisé en exploitation à des altitudes de plus de 1 000 m 346
H.4 Choix de l'exposant m 346
H.4.1 Généralités 346
H.4.2 Déduction de l'exposant m pour la tension de choc de manœuvre 347
H.4.3 Déduction de l'exposant m pour la tension de choc de manœuvre critique 350

Annexe I (informative) Méthode d'évaluation de la forme de la surtension de foudre non normalisée pour les tensions et surtensions représentatives 353
I.1 Remarques générales 353
I.2 Forme de surtension de foudre 353
I.3 Méthode d'évaluation pour les GIS 353
I.3.1 Expériences 353
I.3.2 Évaluation de la forme de surtension 354
I.4 Méthode d'évaluation pour les transformateurs 354
I.4.1 Expériences 354
I.4.2 Évaluation de la forme de surtension 355
Annexe J (informative) Coordination de l'isolement pour les surtensions à front très rapide dans les postes UHT 361
J.1 Généralités 361
J.2 Influence de la conception du sectionneur 361
J.3 Coordination de l'isolement vis-à-vis des surtensions à front très rapide 362
Annexe K (informative) Application de bobines d'inductance shunt pour limiter les TOV et les SFO dans les lignes de transport aériennes à haute tension 365
K.1 Remarques générales 365
K.2 Limitation des TOV et des SFO 365
K.3 Application d'une réactance de mise à la terre du neutre pour limiter la surtension de résonance et le courant d'arc secondaire 366
K.4 Limitation des surtensions à front lent et des surtensions de fréquence de battement par un parafoudre de neutre 367
K.5 SFO et FFO dues au désenclenchement de l'inductance shunt 367
K.6 Limitation de la TOV par une inductance shunt contrôlable 367
K.7 Coordination de l'isolement de l'inductance shunt et de la réactance de mise à la terre du neutre 368
K.8 TOV par autoexcitation du générateur synchrone 368
Annexe L (informative) Calcul du taux de foudroiement et du taux de coupure due à la foudre 369
L.1 Généralités 369
L.2 Description de la méthode CIGRÉ [37] 369
L.3 Programme FLASH de l'IEEE [49] 370
L.4 [Étude de cas] Calcul du taux de foudroiement et du taux de coupure due à la foudre (Annexe D du document CIGRE TB 839 [37]) 370
L.4.1 Organigramme de base de la méthode de calcul 370
L.4.2 Comparaison des résultats du calcul aux observations 373
Bibliographie 375

Figure 1 – Plages de valeurs à 2 % des surtensions à front lent côté aval dues à l'enclenchement ou au réenclenchement de ligne [27] 212
Figure 2 – Rapport entre les valeurs à 2 % des surtensions à front lent entre phases et phase-terre [28], [29] 213
Figure 3 – Schéma du raccordement d'un parafoudre à l'objet protégé 221
Figure 4 – Modélisation des lignes de transport et des postes/centrales électriques 228
Figure 5 – Probabilité de décharge disruptive d'une isolation autorégénératrice sur une échelle linéaire 238
Figure 6 – Probabilité de décharge disruptive d'une isolation autorégénératrice sur une échelle gaussienne 238
Figure 7 – Évaluation du facteur de coordination déterministe K_{cd} 239

Figure 8 – Évaluation du risque de défaillance 240
Figure 9 – Risque de défaillance de l'isolation externe pour les surtensions à front lent en fonction du facteur de coordination statistique K_{cs} 242
Figure 10 – Relation entre l'exposant m et la tension de coordination de tenue de choc de manœuvre 245
Figure 11 – Probabilité P qu'un matériel réussisse l'essai en fonction de la différence K entre la tension de tenue au choc réelle et la tension de tenue au choc assignée 251
Figure 12 – Exemple de disposition schématique de poste utilisé pour la localisation des contraintes 260
Figure A.1 – Facteur de défaut à la terre k en fonction de X_0/X_1 lorsque $R_1/X_1 = R_f = 0$ 264
Figure A.2 – Relation entre R_0/X_1 et X_0/X_1 pour des valeurs constantes du facteur de défaut à la terre k lorsque $R_1 = 0$ 264
Figure A.3 – Relation entre R_0/X_1 et X_0/X_1 pour des valeurs constantes du facteur de défaut à la terre k lorsque $R_1 = 0{,}5\ X_1$ 265
Figure A.4 – Relation entre R_0/X_1 et X_0/X_1 pour des valeurs constantes du facteur de défaut à la terre k lorsque $R_1 = X_1$ 265
Figure A.5 – Relation entre R_0/X_1 et X_0/X_1 pour des valeurs constantes du facteur de défaut à la terre k lorsque $R_1 = 2X_1$ 266
Figure B.1 – Graphique de conversion qui donne la réduction de la tension de tenue due à la mise en parallèle des configurations d'isolation 273
Figure C.1 – Densité de probabilité et distribution cumulative pour la détermination de la surtension représentative phase-terre 274
Figure C.2 – Exemple de courbes de surtensions entre phases à deux variables avec densité de probabilité constante et des tangentes donnant les valeurs 2 % correspondantes 282
Figure C.3 – Principe de détermination de la surtension représentative entre phases U_{pre} 283
Figure C.4 – Configuration schématique de l'isolation entre phases et phase-terre 284
Figure C.5 – Description de la tension de contournement 50 % de choc de manœuvre d'une isolation entre phases et phase-terre 284
Figure C.6 – Angle d'inclinaison de la caractéristique de l'isolation entre phases dans la plage "b" en fonction du rapport de la distance entre phases D à la hauteur au-dessus du sol H_t 285
Figure D.1 – Capacités réparties des enroulements d'un transformateur et circuit équivalent décrivant les enroulements 291
Figure D.2 – Valeurs du facteur J qui décrivent l'effet des connexions d'enroulement sur la transmission des surtensions par voie inductive 292
Figure H.1 – Principe de correction atmosphérique pendant l'essai d'un niveau d'isolement spécifié selon la procédure de l'IEC 60060-1 338
Figure H.2 – Principale fonction relative à la correction atmosphérique de la coordination de l'isolement selon l'IEC 60071-1 339
Figure H.3 – Comparaison de la correction atmosphérique $\delta \times k_h$ à la pression atmosphérique relative p/p_0 pour différentes stations météorologiques dans le monde 342
Figure H.4 – Écart entre le calcul de pression simplifié à l'aide de la fonction exponentielle du présent document et le calcul de la pression en fonction de la température de l'ISO 2533 343
Figure H.5 – Principe de la correction d'altitude: diminution de la tension de tenue U_{10} du matériel avec augmentation de l'altitude 345

Figure H.6 – Ensembles de courbes m pour la tension de choc de manœuvre normalisée incluant les variations d'altitude pour chaque facteur d'intervalle 349

Figure H.7 – Exposant m pour la tension de choc de manœuvre normalisée pour les facteurs d'intervalle choisis couvrant des altitudes jusqu'à 4 000 m 350

Figure H.8 – Ensembles de courbes m pour la tension de choc de manœuvre critique qui incluent les variations d'altitude pour chaque facteur d'intervalle 351

Figure H.9 – Exposant m pour la tension de choc de manœuvre critique pour les facteurs d'intervalle choisis qui couvre des altitudes jusqu'à 4 000 m 351

Figure H.10 – Conformité des courbes m de la Figure 10 à la détermination de l'exposant m au moyen de la tension de choc de manœuvre critique pour les facteurs d'intervalle et altitude choisis 352

Figure I.1 – Exemples de formes de surtension de foudre 356

Figure I.2 – Exemple de caractéristiques d'isolation par rapport aux surtensions de foudre de la lame de gaz SF_6 (Forme E) 357

Figure I.3 – Calcul de la durée T_d 357

Figure I.4 – Processus d'évaluation de forme pour un GIS et un transformateur 358

Figure I.5 – Application à la surtension de foudre d'un GIS 359

Figure I.6 – Exemple de caractéristiques d'isolation par rapport à la surtension de foudre de l'isolation entre spires (Forme C) 359

Figure I.7 – Application à la surtension de foudre d'un transformateur 360

Figure J.1 – Coordination de l'isolement pour les surtensions à front très rapide 364

Figure L.1 – Vue d'ensemble de la méthode CIGRÉ pour la performance d'une ligne aérienne vis-à-vis de la foudre 370

Figure L.2 – Organigramme pour le calcul du taux de coupure due à la foudre des lignes de transport 372

Figure L.3 – Configurations types des conducteurs de lignes de transport à grande échelle 373

Figure L.4 – Taux de foudroiement sur les lignes électriques – Calculs et observations 373

Figure L.5 – Taux de coupure due à la foudre – Calculs et observations 374

Tableau 1 – Facteurs de conversion d'essai pour la plage I, qui permettent de convertir les SIWV exigées en SDWV et en LIWV 249

Tableau 2 – Facteurs de conversion d'essai pour la plage II, qui permettent de convertir les SDWV exigées en SIWV 249

Tableau 3 – Sélectivité des procédures d'essai B et C de l'IEC 60060-1 251

Tableau B.1 – Tension de claquage en fonction de la probabilité cumulative de contournement – Isolation unique et 100 isolations parallèles 270

Tableau E.1 – Constante d'atténuation par effet couronne K_{co} 294

Tableau E.2 – Facteur A pour différents types de lignes aériennes 300

Tableau F.1 – Facteurs d'intervalles K types pour le claquage au choc de manœuvre phase-terre (selon [1] et [4]) 306

Tableau F.2 – Facteurs d'intervalle pour des géométries phase-phase types 307

Tableau G.1 – Récapitulatif des tensions de tenue minimales exigées pour l'exemple en G.2.2 315

Tableau G.2 – Récapitulatif des tensions de tenue exigées pour l'exemple en G.2.3 318

Tableau G.3 – Valeurs relatives à la procédure de coordination de l'isolement pour l'exemple à l'Article G.4 336

Tableau H.1 – Comparaison des expressions fonctionnelles de la Figure 10 aux paramètres choisis qui proviennent des courbes m avec choc de manœuvre critique 352

Tableau I.1 – Évaluation de la surtension de foudre dans le GIS du réseau UHT 357

Tableau I.2 – Évaluation de la surtension de foudre dans le transformateur d'un réseau 500 kV 360

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

COORDINATION DE L'ISOLEMENT –

Partie 2: Lignes directrices en matière d'application

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60071-2 a été établie par le comité d'études 99 de l'IEC: Installations électriques de tension supérieure à 1,0 kV en courant alternatif et 1,5 kV en courant continu: Coordination de l'isolement et conception. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2018. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) l'Article 4, Concepts applicables à la coordination de l'isolement, a été ajouté;
b) le 5.3 a été révisé et le 5.4, Simulation détaillée, a été ajouté, car la simulation est largement appliquée dans les récentes pratiques de coordination de l'isolement;

c) des points particuliers ont été ajoutés pour les câbles et pour les lignes de transport/barres blindées à isolation gazeuse à l'Article 9;

d) l'Annexe K (informative), Application d'une inductance shunt pour la limitation des TOV et des SFO dans les lignes de transport aériennes à haute tension, a été ajoutée;

e) l'Annexe L (informative), Calcul du taux de foudroiement et du taux de coupure due à la foudre, a été ajoutée.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
99/356/CDV	99/392/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60071, publiées sous le titre général *Coordination de l'isolement*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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 2: Lignes directrices en matière d'application

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60071 constitue des lignes directrices en matière d'application et concerne le choix des niveaux d'isolement des matériels ou des installations pour les réseaux triphasés en courant alternatif. Elle a pour objet de donner des recommandations pour la détermination des tensions de tenue assignées pour les plages I et II de l'IEC 60071-1 et de justifier l'association de ces valeurs assignées avec les valeurs normalisées des tensions les plus élevées pour le matériel.

Cette association ne couvre que les besoins de la coordination de l'isolement. Les exigences relatives à la sécurité des personnes ne sont pas traitées dans le présent document.

Le présent document traite des réseaux triphasés en courant alternatif de tension nominale supérieure à 1 kV. Les valeurs déduites ou qui y sont proposées ne s'appliquent généralement qu'à ces seuls réseaux. Cependant, les principes présentés sont également valables pour les réseaux biphasés ou monophasés.

Le présent document traite de l'isolement phase-terre, entre phases et longitudinal.

Le présent document n'est pas destiné à traiter des essais individuels de série. Ces essais doivent être spécifiés par les comités de produit concernés.

Le contenu du présent document suit strictement l'organigramme de la procédure de coordination de l'isolement représenté à la Figure 1 de l'IEC 60071-1:2019. Les Articles 5 à 8 correspondent à chacun des rectangles de l'organigramme et donnent des informations détaillées sur les principes de la procédure de coordination de l'isolement qui conduit à déterminer les niveaux de tenue spécifiés.

Le présent document insiste sur la prise en considération, dès le départ, de toutes les origines, toutes les classes et tous les types de contraintes de tension en service quelle que soit la plage de la tension la plus élevée pour le matériel. Ce n'est qu'à la fin de la procédure, au moment de sélectionner les tensions de tenue normalisées, que le principe de couvrir une contrainte de tension particulière en service par une tension de tenue normalisée est appliqué. De même, le document fait référence, à cette étape finale, aux corrélations établies dans l'IEC 60071-1 entre les niveaux d'isolement normalisés et la tension la plus élevée pour le matériel.

Les annexes contiennent des exemples et des informations détaillées qui expliquent ou corroborent les principes décrits dans le texte principal, et les techniques analytiques de base qui sont utilisées.

Le présent document a le statut d'une norme horizontale conformément au Guide 108 de l'IEC.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60060-1:2010, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60071-1:2019, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

IEC 60505:2011, *Évaluation et qualification des systèmes d'isolation électrique*

IEC TS 60815-1:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles* (disponible en anglais seulement)

IEC TR 60071-4:2004, *Insulation co-ordination – Part 4: Computational guide to insulation co-ordination and modelling of electrical networks* (disponible en anglais seulement)