NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60664-4

Deuxième édition
Second edition
2005-09

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

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

Partie 4: Considérations sur les contraintes de tension à haute fréquence

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems –

Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XB

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 8
INTRODUCTION 12

1 Domaine d'application et objet 14
2 Références normatives 16
3 Termes et définitions 16
4 Distances d'isolement 18
4.1 Conditions générales 18
4.2 Informations de base 18
4.3 Champs homogène et approximativement homogène 18
4.4 Champs non homogènes 20
5 Lignes de fuite 26
5.1 Valeurs expérimentales 26
5.2 Dimensionnement des lignes de fuite 26
6 Isolation solide 32
6.1 Considération générale 32
6.2 Facteurs d'influence 32
6.3 Dimensionnement de l'isolation solide 34
7 Essais à haute fréquence 36
7.1 Exigences fondamentales 36
7.2 Source de tension d'essai 38
7.3 Conditionnement 38
7.4 Essai de claquage à haute fréquence 38
7.5 Essai de décharges partielles à haute fréquence 38
7.6 Exemples des résultats d'essai 44
8 Tensions non sinusoïdales 44
8.1 Considérations générales 44
8.2 Tension de chocs périodique 46
8.3 Analyse harmonique 46
8.4 Procédure de dimensionnement et essais 46

Annexe A (informative) Caractéristiques d'isolement des distances d'isolement sous des tensions à haute fréquence 50
Annexe B (informative) Caractéristiques d'isolement des lignes de fuite sous des tensions à haute fréquence 64
Annexe C (informative) Caractéristiques d'isolement de l'isolation solide sous des tensions à haute fréquence 70
Annexe D (normative) Essais de l'isolation sous des tensions à haute fréquence 90
Annexe E (informative) Isolation subissant des contraintes avec des tensions à haute fréquence non sinusoïdales 118
Annexe F (informative) Schémas de dimensionnement 128

Bibliographie 132

CONTENTS

FOREWORD 9
INTRODUCTION 13
1 Scope and object 15
2 Normative references 17
3 Terms and definitions 17
4 Clearances 19
4.1 General conditions 19
4.2 Basic information 19
4.3 Homogeneous and approximately homogeneous fields 19
4.4 Inhomogeneous fields 21
5 Creepage distances 27
5.1 Experimental data 27
5.2 Dimensioning of creepage distances 27
6 Solid insulation 33
6.1 General consideration 33
6.2 Influencing factors 33
6.3 Dimensioning of solid insulation 35
7 High-frequency testing 37
7.1 Basic requirements 37
7.2 Test voltage source 39
7.3 Conditioning 39
7.4 High-frequency breakdown test 39
7.5 High-frequency partial discharge test 39
7.6 Examples of test results 45
8 Non sinusoidal voltages 45
8.1 General considerations 45
8.2 Periodic impulse voltage 47
8.3 Harmonic analysis 47
8.4 Dimensioning procedure and testing 47

Annex A (informative) Insulation characteristics of clearances at high-frequency voltages 51
Annex B (informative) Insulation characteristics of creepage distances at high-frequency voltages 65
Annex C (informative) Insulation characteristics of solid insulation at high-frequency voltages 71
Annex D (normative) Testing of insulation at high-frequency voltages 91
Annex E (informative) Insulation stressed with non-sinusoidal high-frequency voltages 119
Annex F (informative) Dimensioning diagrams 129

Bibliography 133

Figure 1 – Dimensionnement des distances d'isolement dans l'air non homogènes sous pression atmosphérique (électrodes pointe-plan, rayon de 5 µm), afin d'éviter les DP (distance d'isolement ≥ 1 mm) ou le claquage (distance d'isolement < 1 mm) 24

Figure 2 – Dimensionnement des lignes de fuite pour éviter les décharges partielles (ligne de fuite ≥ 1 mm) ou le claquage (ligne de fuite < 1 mm) 30

Figure 3 – Intensité de champ admissible pour le dimensionnement de l'isolation solide conformément à l'Equation (3) 36

Figure 4 – Tension de chocs périodique (voir Partie 1) 46

Figure A.1 – Claquage à haute fréquence dans l'air sous pression atmosphérique, champ homogène, gamme de fréquences 50 Hz – 25 MHz [3] 52

Figure A.2 – Claquage à haute fréquence dans l'air sous pression atmosphérique, champ homogène, gamme de fréquences 50 Hz – 2,5 MHz [4] 54

Figure A.3 – Pointe de l'aiguille après claquage (en haut) et avant claquage (en bas) 56

Figure A.4 – Tensions de seuil de DP dans l'air sous pression atmosphérique pour f = 100 kHz, électrodes pointe-plan avec un rayon de point différent [6] 58

Figure A.5 – Tensions d'extinction de DP et tensions de claquage dans l'air sous pression atmosphérique pour f = 460 kHz, électrodes pointe-plan avec des aiguilles BB [6] 60

Figure A.6 – Tensions d'extinction de DP et tensions de claquage dans l'air sous pression atmosphérique pour f = 1 MHz, électrodes pointe-plan avec des aiguilles BB [6] 62

Figure B.1 – Eprouvette pour la mesure des tensions de DP et des tensions de tenue des lignes de fuite jusqu'à 6,3 mm 64

Figure B.2 – Résultats d'essai de la tension d'extinction de DP U_e des lignes de fuite jusqu'à 6,3 mm [6] 68

Figure B.3 – Résultats d'essai de la tension de claquage U_b des lignes de fuite jusqu'à 6,3 mm [6] 68

Figure C.1 – Capacité de tenue aux DP des revêtements; tension d'essai constante U_t (f = 50 Hz) [12] 72

Figure C.2 – Capacité de tenue aux DP des revêtements; tension d'essai à augmentation linéaire U_t (f = 50 Hz) [12] 72

Figure C.3 – Claquage à haute fréquence, isolation solide; d = 0,75 mm [15] 78

Figure C.4 – Claquage à haute fréquence, isolation solide, influence de l'humidité; conditionnement à 50 °C; #1: résines phénoliques micacées, d = 0,75 mm; #2: stratifiés silicone-verre, d = 1,5 mm [19] 80

Figure C.5 – Claquage à haute fréquence, films isolants; #1: Cellulose-Acétobutyrate, #2: Polycarbonate; #3: Cellulose-Triacétate [20] 84

Figure C.6 – Claquage à haute fréquence, films isolants; #1: Polystyrène, d = 80 µm, #2: Polyéthylène, d = 50 µm [20] 88

Figure D.1 – Transformateur à résonance à haute fréquence; influence du nombre de spires de la bobine secondaire N_2 sur la tension de sortie U_2; N_1 = 20; N_2 = 210/280/350/420/560 [22] 90

Figure D.2 – Oscillateur à puissance élevée et à haute fréquence [5] et [6] 92

Figure D.3 – Circuit d'essai de DP pour les essais de tension à haute fréquence [22] 96

Figure D.4 – Schéma du circuit d'essai [5] et [6] 98

Figure D.5 – Réponse d'impulsion de DP pour une fréquence d'impulsion de DP considérée de 2 MHz pour différentes fréquences de coupure supérieures f_c du circuit d'essai; cela inclut un filtre coupe-bande de 3ème ordre avec f_{centre} = 1 MHz [5] et [6] 100

Figure D.6 – Circuit équivalent d'un circuit d'essai de DP avec des constantes discrètes [5] 104

Figure 1 – Dimensioning of inhomogeneous clearances in air at atmospheric pressure (point-plane-electrodes, 5 µm radius) to avoid PD (clearance ≥ 1 mm) or breakdown (clearance < 1 mm) 25

Figure 2 – Dimensioning of creepage distances to avoid partial discharge (creepage distance ≥ 1 mm) or breakdown (creepage distance < 1 mm) 31

Figure 3 – Permissible field strength for dimensioning of solid insulation according to Equation (3) 37

Figure 4 – Periodic impulse voltage (see Part 1) 47

Figure A.1 – Breakdown at high frequency in air at atmospheric pressure, homogeneous field, frequency range 50 Hz – 25 MHz [3] 53

Figure A.2 – Breakdown at high frequency in air at atmospheric pressure, homogeneous field, frequency range 50 Hz – 2,5 MHz [4] 55

Figure A.3 – Needle tip after (upper) and before (lower) breakdown 57

Figure A.4 – PD inception voltages in air at atmospheric pressure for f = 100 kHz, point-plane electrodes with different point radius [6] 59

Figure A.5 – PD extinction voltages and breakdown voltages in air at atmospheric pressure for f = 460 kHz, point-plane electrodes with BB-needles [6] 61

Figure A.6 – PD extinction voltages and breakdown voltages in air at atmospheric pressure for f = 1 MHz, point-plane electrodes with BB-needles [6] 63

Figure B.1 – Test specimen for measuring the PD voltages and the withstand voltages of creepage distances up to 6,3 mm 65

Figure B.2 – Test results of the PD extinction voltage U_e of creepage distances up to 6,3 mm [6] 69

Figure B.3 – Test results of the breakdown voltage U_b of creepage distances up to 6,3 mm [6] 69

Figure C.1 – PD withstand capability of coatings; constant test voltage U_t (f = 50 Hz) [12] 73

Figure C.2 – PD withstand capability of coatings; linearly increasing test voltage U_t (f = 50 Hz) [12] 73

Figure C.3 – Breakdown at high frequency, solid insulation; d = 0,75 mm [15] 79

Figure C.4 – Breakdown at high frequency, solid insulation, influence of humidity; conditioning at 50 °C; #1: mica-filled phenolic, d = 0,75 mm; #2: glass-silicone laminate, d = 1,5 mm [19] 81

Figure C.5 – Breakdown at high frequency, insulating films; #1: Cellulose-Acetobutyrate, #2: Polycarbonate; #3: Cellulose-Triacetate [20] 85

Figure C.6 – Breakdown at high frequency, insulating films; #1: Polystyrene, d = 80 µm, #2: Polyethylene, d = 50 µm [20] 89

Figure D.1 – High-frequency resonance transformer; influence of the number of turns of the secondary coil N_2 on the output voltage U_2; N_1 = 20; N_2 = 210/280/350/420/560 [22] 91

Figure D.2 – High-frequency high power oscillator [5] and [6] 93

Figure D.3 – PD test circuit for high-frequency voltage tests [22] 97

Figure D.4 – Diagram of the test circuit [5] and [6] 99

Figure D.5 – PD impulse response for an assumed PD impulse frequency of 2 MHz for different upper cut-off frequencies f_c of the test circuit; this includes a 3rd order band-stop filter with f_{centre} = 1 MHz [5] and [6] 101

Figure D.6 – Equivalent circuit of a PD test circuit with lumped elements [5] 105

Figure D.7 – Transfer characteristics of PD test circuits when using a PD-impulse voltage source versus a PD impulse current source [5] 107

Figure D.7 – Caractéristiques de transfert des circuits d'essai de DP en utilisant une source de tension de chocs de DP par rapport à une source de courant de choc de DP [5] 106

Figure D.8 – Signal d'entrée U_{in} et signal de mesurage U_m en fonction de la capacité du condensateur de couplage C_k (capacité de l'éprouvette C_3 = 10 pF) [5] 110

Figure D.9 – Essais de DP des optocoupleurs sous une tension à haute fréquence [30] 112

Figure D.10 – Essais de DP des transformateurs d'impulsion; influence de la fréquence de la tension [30] 114

Figure D.11 – Essais de DP des circuits imprimés revêtus; U_i, d = 0,2 mm [30] 114

Figure D.12 – Durée de vie t des fils émaillés (paire torsadée) sous une tension à haute fréquence; la contrainte est de 10 % au-dessus de la tension de seuil de DP [31] 116

Figure E.1 – Tension de chocs périodique, forme d'onde rectangulaire 120

Figure E.2 – Tension de chocs périodique, forme d'onde rectangulaire, spectre 120

Figure E.3 – Tension de chocs périodique, forme d'onde rectangulaire avec claquage (voir Figure 4) 122

Figure E.4 – Tension de chocs périodique, forme d'onde rectangulaire avec claquage, spectre 122

Figure E.5 – Tension de chocs périodique, forme d'onde rectangulaire avec oscillation (1 MHz) 124

Figure E.6 – Tension de chocs périodique, forme d'onde rectangulaire avec oscillation (1 MHz), spectre 124

Figure E.7 – Tension de chocs périodique, forme d'onde rectangulaire avec claquage élevé 126

Figure E.8 – Tension de chocs périodique, forme d'onde rectangulaire avec claquage élevé, spectre 126

Figure F.1 – Schéma pour le dimensionnement des distances d'isolement 128

Figure F.2 – Schéma pour le dimensionnement des lignes de fuite 130

Tableau 1 – Valeurs minimales des distances d'isolement dans l'air sous pression atmosphérique pour des conditions de champ non homogène 26

Tableau 2 – Valeurs minimales des lignes de fuite d pour différentes gammes de fréquences 32

Tableau B.1 – Matériaux inclus dans les recherches 66

Tableau D.1 – Données de la source de tension d'essai [5] et [6] 92

Figure D.8 – Input signal U_{in} and measuring signal U_m depending upon the capacitance of the coupling capacitor C_k (capacitance of the test specimen C_3 = 10 pF) [5] 111
Figure D.9 – PD testing of optocouplers at high-frequency voltage [30] 113
Figure D.10 – PD testing of impulse transformers; influence of the frequency of the voltage [30] 115
Figure D.11 – PD testing of coated printed circuit boards; U_i, d = 0,2 mm [30] 115
Figure D.12 – Lifetime t of enamelled wires (twisted pair) at high-frequency voltage; stress is 10 % above the PD inception voltage [31] 117
Figure E.1 – Periodic impulse voltage, rectangular waveshape 121
Figure E.2 – Periodic impulse voltage, rectangular waveshape, spectrum 121
Figure E.3 – Periodic impulse voltage, rectangular waveshape with overshoot (see Figure 4) 123
Figure E.4 – Periodic impulse voltage, rectangular waveshape with overshoot, spectrum 123
Figure E.5 – Periodic impulse voltage, rectangular waveshape with ringing (1 MHz) 125
Figure E.6 – Periodic impulse voltage, rectangular waveshape with ringing (1 MHz), spectrum 125
Figure E.7 – Periodic impulse voltage, rectangular waveshape with high overshoot 127
Figure E.8 – Periodic impulse voltage, rectangular waveshape with high overshoot, spectrum 127
Figure F.1 – Diagram for dimensioning of clearances 129
Figure F.2 – Diagram for dimensioning of creepage distances 131

Table 1 – Minimum values of clearances in air at atmospheric pressure for inhomogeneous field conditions 27
Table 2 – Minimum values of creepage distances d for different frequency ranges 33
Table B.1 – Materials included in the investigations 67
Table D.1 – Data of the test voltage source [5] and [6] 93

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 4: Considérations sur les contraintes de tension à haute fréquence

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 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'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60664-4 a été établie par le comité d'études 109 de la CEI: Coordination de l'isolement pour le matériel à basse tension.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue comme rapport technique en 1997. Elle constitue une révision technique qui conduit au statut de Norme internationale.

Les modifications majeures effectuées au cours de la révision de la CEI 60664-4 ont été les suivantes:

– inclusion d'informations plus récentes concernant les caractéristiques de tenue de l'isolation à des contraintes de tension à haute fréquence (voir Annexes A, B et C);

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS –

Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60664-4 has been prepared by IEC technical committee 109: Insulation co-ordination for low-voltage equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition which was issued as a technical report in 1997. It constitutes a technical revision and now has the status of an International Standard.

The major changes made during the revision of IEC 60664-4 were the following:

– inclusion of more recent information about the withstand characteristics of insulation at high-frequency voltage stress (see Annexes A, B and C);

– inclusion d'exigences pour le dimensionnement des distances d'isolement à des contraintes de tension à haute fréquence (voir Article 4);
– inclusion d'exigences pour le dimensionnement des lignes de fuite à des contraintes de tension à haute fréquence (voir Article 5);
– inclusion d'exigences pour le dimensionnement de l'isolation solide à des contraintes de tension à haute fréquence (voir Article 6);
– inclusion de schémas pour fournir des lignes directrices sur le dimensionnement en tenant compte des contraintes de tension à haute fréquence (voir Annexe F);
– spécification d'essais en tenant compte des contraintes de tension à haute fréquence (voir Article 7) ;
– inclusion de circuits d'essai pour les essais de tension de tenue à haute fréquence et les essais de décharges partielles (voir Annexes D.1 et D.2.1);
– inclusion de critères de conception pour les circuits d'essai de décharges partielles sous des tensions à haute fréquence (voir Annexe D.2.2);
– inclusion de critères pour couvrir les contraintes de tension non sinusoïdale (voir Article 8 et Annexe E).

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

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec la CEI 60664-1 ou la CEI 60664-5.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
109/51/FDIS	109/53/RVD

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 60664 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension*:

Partie 1: Principes, prescriptions et essais

Partie 2: Guide d'application

Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution

Partie 4: Considérations sur les contraintes de tension à haute fréquence

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

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.

– inclusion of requirements for the dimensioning of clearances at high-frequency voltage stress (see Clause 4);
– inclusion of requirements for the dimensioning of creepage distances at high-frequency voltage stress (see Clause 5);
– inclusion of requirements for the dimensioning of solid insulation at high-frequency voltage stress (see Clause 6);
– inclusion of diagrams to provide guidance on dimensioning with respect to high-frequency voltage stress (see Annex F);
– specification of tests with respect to high-frequency voltage stress (see Clause 7).
– inclusion of test circuits for high-frequency voltage withstand testing and partial discharge testing (see Annex D.1 and D.2.1);
– inclusion of design criteria for partial discharge test circuits at high-frequency voltage (see Annex D.2.2);
– Inclusion of criteria for dealing with non sinusoidal voltage stress (see Clause 8 and Annex E).

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

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60664-1 or IEC 60664-5.

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

FDIS	Report on voting
109/51/FDIS	109/53/RVD

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.

IEC 60664 consists of the following parts under the general title *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*:

Part 1: Principles, requirements and tests

Part 2: Application guide

Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution

Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress

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

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.

INTRODUCTION

Des contraintes électriques élevées apparaissent également dans les matériels à basse tension. La fréquence est généralement de 50/60 Hz mais, dans certaines applications, des fréquences légèrement plus élevées (400 Hz) ou plus basses (16 2/3 Hz,) ou continues peuvent apparaître. Une situation particulière apparaît dans les transmetteurs de radiofréquences de haute puissance. Le développement de tels matériels a été à l'origine de la motivation de recherches sur la capacité de tenue de l'isolation pour les radiofréquences. Depuis ce temps, l'aspect des contraintes de tension à haute fréquence n'a pas été étudié avec beaucoup d'efforts.

Actuellement, les tensions de fonctionnement à haute fréquence dépassant 30 kHz sont souvent utilisées dans des matériels à basse tension, et l'utilisation de fréquences dans le domaine du MHz est probable dans le futur. De nombreuses formes de tension sont non sinusoïdales. Des petites dimensions sont nécessaires pour la miniaturisation et pour une fiabilité élevée, par exemple pour les transformateurs HF. Par conséquent, des contraintes très élevées sont communes pour l'isolation solide.

En augmentant la fréquence, l'effet de détérioration des décharges partielles est également augmenté de façon approximativement proportionnelle à la fréquence, de telle sorte que l'impact des décharges partielles sur le dimensionnement est bien supérieur à la fréquence industrielle.

Comme les distances sont appelées à diminuer et les fréquences à augmenter dans la même période, la situation s'aggravera dans le futur. C'est pourquoi, en tenant compte de la sécurité du personnel et de la fiabilité du matériel, les contraintes dues aux hautes fréquences jusqu'à 100 MHz sont à considérer dans la coordination de l'isolement des matériels à basse tension (voir la note 2 du Domaine d'application de la Partie 1).

La présente norme résume les données disponibles les plus importantes concernant les contraintes à haute fréquence sur l'isolement et précise comment les matériaux et leurs dimensions sont influencés. Les données pour le dimensionnement des distances d'isolement, des lignes de fuite et de l'isolation solide sont spécifiées. La présente norme décrit aussi la manière dont les essais peuvent être réalisés en tenant compte de ces contraintes.

INTRODUCTION

High electrical stress also occurs in low-voltage equipment. The frequency is usually 50/60 Hz, but in some applications a higher frequency (400 Hz) or a lower frequency (16 2/3 Hz) or d.c. can occur. A particular situation exists in high-power RF transmitters. The development of such equipment had motivated earlier research on the withstand capability of insulation at radio frequencies. Since that time, the aspect of high-frequency voltage stress had not been pursued with much effort.

At present, high-frequency working voltages exceeding 30 kHz are often used in low-voltage equipment, and the use of frequencies in the MHz range is likely in the future. Many of the voltage shapes are non sinusoidal. Small dimensions are necessary for miniaturization and for high efficiency, for instance in high-frequency transformers. Consequently, very high stresses are common in solid insulation.

By increasing the frequency the deteriorating effect of partial discharges is also increased roughly proportionally to the frequency, so that the impact of partial discharges on dimensioning is much higher compared to power frequency.

As dimensions are likely to decrease further and frequencies increase, this situation will be aggravated in the future. Therefore, with respect to safety of personnel and reliability of equipment, the stress due to high frequencies up to 100 MHz has to be considered for insulation coordination of low-voltage equipment, (see note 2 in the Scope of Part 1).

This standard summarizes the most important available data concerning high-frequency stress of insulation, and identifies how materials and their dimensioning are influenced. Data for dimensioning of clearances, creepage distances and solid insulation are specified. This standard also describes how tests can be performed with respect to this stress.

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

Partie 4: Considérations sur les contraintes de tension à haute fréquence

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60664 traite de l'isolation principale, de l'isolation supplémentaire et de l'isolation renforcée soumises à des contraintes de tension à haute fréquence dans les matériels à basse tension. Les valeurs de dimensionnement s'appliquent directement à l'isolation principale; pour l'isolation renforcée, des exigences supplémentaires s'appliquent, conformément à la Partie 1. Elle est applicable pour le dimensionnement des distances d'isolement, des lignes de fuite et de l'isolation solide subissant des contraintes par tout type de tensions périodiques avec une fréquence fondamentale supérieure à 30 kHz et pouvant atteindre 10 MHz.

La présente partie de la CEI 60664 ne peut être utilisée que conjointement à la CEI 60664-1 ou à la CEI 60664-5 (intitulées Partie 1 ou Partie 5 dans la présente norme). En utilisant la Partie 1 ou la Partie 5 conjointement à la présente partie, la limite de fréquence de la Partie 1 ou de la Partie 5 est étendue à des fréquences supérieures à 30 kHz.

La présente partie s'applique également à la Partie 3 pour les fréquences supérieures à 30 kHz et la protection de type 1. Pour la protection de type 2, cette question est à l'étude.

NOTE 1 Les valeurs de dimensionnement pour les fréquences supérieures à 10 MHz sont à l'étude.

NOTE 2 La présente norme ne prend pas en considération les émissions à haute fréquence vers le réseau. En utilisation normale du matériel, on estime que l'interférence des tensions à haute fréquence émises vers le réseau est négligeable, en considérant les contraintes d'isolement. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de prendre cela en compte.

Elle s'applique aux matériels utilisés jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer, ayant une tension assignée ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif.

Elle définit les exigences pour des distances d'isolement, des lignes de fuite et de l'isolation solide des matériels, basées sur leurs critères de performance. Elle comprend les méthodes d'essais diélectriques en tenant compte de la coordination de l'isolement.

Les distances d'isolement minimales spécifiées dans la présente partie ne s'appliquent pas en présence de gaz ionisés. Les exigences particulières dans de telles conditions peuvent être spécifiées par les comités d'études appropriés, comme ils l'entendent.

La présente partie ne traite pas des distances

– à travers l'isolation liquide,
– à travers les gaz autres que l'air,
– à travers l'air comprimé.

NOTE 3 Des tensions plus élevées peuvent exister dans les circuits internes des matériels.

NOTE 4 Les exigences pour les altitudes dépassant 2 000 m peuvent être déduites du Tableau A.2 de l'Annexe A de la Partie 1.

INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS –

Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress

1 Scope and object

This part of IEC 60664 deals with basic, supplementary and reinforced insulation subjected to high-frequency voltage stress within low-voltage equipment. The dimensioning values directly apply for basic insulation; for reinforced insulation additional requirements apply according to Part 1. It is applicable for the dimensioning of clearances, creepage distances and solid insulation stressed by any type of periodic voltages with a fundamental frequency above 30 kHz and up to 10 MHz.

This part of IEC 60664 can only be used together with IEC 60664-1 or with IEC 60664-5 (in this standard called Part 1 or Part 5). By using Part 1 or Part 5 together with this part the frequency limit of Part 1 or Part 5 is extended to frequencies higher than 30 kHz.

This part also applies to Part 3 for frequencies greater than 30 kHz and protection of type 1. For type 2 protection this question is under consideration.

NOTE 1 Dimensioning values for frequencies above 10 MHz are under consideration.

NOTE 2 This standard does not consider the high-frequency emission to the mains. In normal use of equipment, it is assumed that the interference of high-frequency voltages emitted to the mains is negligible with respect to insulation stress. Therefore it is not necessary to take it into account.

It applies to equipment for use up to 2 000 m above sea level having a rated voltage up to a.c. 1 000 V.

It specifies the requirements for clearances, creepage distances and solid insulation for equipment based upon their performance criteria. It includes methods of electric testing with respect to insulation coordination.

The minimum clearances specified in this part do not apply where ionized gases occur. Special requirements for such situations may be specified at the discretion of the relevant technical committee.

This part does not deal with distances

- through liquid insulation,
- through gases other than air,
- through compressed air.

NOTE 3 Higher voltages may exist in internal circuits of the equipment.

NOTE 4 Requirements for altitudes exceeding 2 000 m can be derived from Table A.2 of Annex A of Part 1.

L'objet de la présente norme est de guider les comités d'études responsables de matériels différents, de manière à rationaliser leurs spécifications, afin de réaliser la coordination de l'isolement lorsque les distances d'isolement dans l'air, les lignes de fuite et l'isolation solide des matériels sont spécifiées.

2 Références normatives

Les documents référencés ci-après sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, c'est l'édition la plus récente du document référencé (y compris tous ses amendements) qui s'applique.

CEI 60112:2003, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension: Partie 1: Principes, prescriptions et essais*
Amendement 1 (2000)
Amendement 2 (2002)

CEI 60664-5:2003, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension: Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm*

Guide CEI 104:1997, *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

The object of this standard is to guide technical committees responsible for different equipment in order to rationalise their requirements so that insulation coordination is achieved when specifying clearances in air, creepage distances and solid insulation for equipment.

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 60112:2003, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems: Part 1: Principles, requirements and tests*

Amendment 1 (2000)

Amendment 2 (2002)

IEC 60664-5:2003, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems: A comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm*

IEC Guide 104:1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*