COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC REPORT

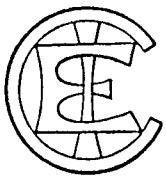
**Publication 664**

Première édition – First edition

1980

# Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels

# Insulation co-ordination within low-voltage systems including clearances and creepage distances for equipment



Droits de reproduction réservés – Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

## Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
  Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
  Publié annuellement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

## Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
  Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
  Published yearly

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

C.D.U./U.D.C.: 621.315.61.015.5.008.03 621.316.91.048.027.2.001.2.001.4(083.71)

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC REPORT

**Publication 664**

Première édition – First edition

1980

# Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels

# Insulation co-ordination within low-voltage systems including clearances and creepage distances for equipment

**Mots clés:** matériaux isolants; tenue électrique; coordination de l'isolement à basse tension; exigences; essais; définitions.

**Key words:** insulating materials; electric strength; low-voltage insulation co-ordination; requirements; testing; definitions.

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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

Prix Price Fr. s. **62.–**

# SOMMAIRE

Pages

PRÉAMBULE ..... 4

PRÉFACE ..... 4

INTRODUCTION ..... 6

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS ET DÉFINITIONS

Articles

1. Domaine d'application ..... 8
2. Objet ..... 8
3. Définitions ..... 8

SECTION DEUX – COORDINATION DE L'ISOLEMENT

4. Principes de base de la coordination de l'isolement ..... 14

SECTION TROIS – DISTANCES D'ISOLEMENT DANS L'AIR

5. Facteurs d'influence ..... 22
6. Description des facteurs fondamentaux d'influence pour les distances d'isolement ..... 24
7. Description des autres facteurs pouvant influer sur une distance d'isolement ..... 28
8. Essais diélectriques ..... 32

SECTION QUATRE – LIGNES DE FUITE

*(A l'étude)*

ANNEXE A – Facteurs de correction pour l'altitude ..... 36

ANNEXE B – Moyens de contrôle des surtensions transitoires (parafoudres) ..... 48

NOTE EXPLICATIVE – Guide d'application pour les distances d'isolement et la coordination de l'isolement fondée sur les distances d'isolement ..... 50

# CONTENTS

Page

FOREWORD ..... 5

PREFACE ..... 5

INTRODUCTION ..... 7

SECTION ONE – GENERAL AND DEFINITIONS

Clause

1. Scope ..... 9
2. Object ..... 9
3. Definitions ..... 9

SECTION TWO – INSULATION CO-ORDINATION

4. Basic principles of insulation co-ordination ..... 15

SECTION THREE – CLEARANCES IN AIR

5. Influencing factors ..... 23
6. Description of the fundamental factors influencing clearance ..... 25
7. Description of the other factors which may influence a clearance ..... 29
8. Dielectric tests ..... 33

SECTION FOUR – CREEPAGE DISTANCES

*(Under consideration)*

APPENDIX A – Altitude correction factors ..... 37

APPENDIX B – Transient overvoltage control means (surge arrester devices) ..... 49

EXPLANATORY NOTE – Application guide for clearances and insulation co-ordination based on clearance ..... 51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# COORDINATION DE L'ISOLEMENT DANS LES SYSTÈMES (RÉSEAUX) À BASSE TENSION Y COMPRIS LES DISTANCES D'ISOLEMENT DANS L'AIR ET LES LIGNES DE FUITE DES MATÉRIELS

## PRÉAMBULE

1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.

2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.

3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

## PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Sous-Comité 28A: Coordination de l'isolement pour le matériel à basse tension, du Comité d'Etudes N° 28 de la CEI: Coordination de l'isolement.

Ce rapport introduit un nouveau principe de la coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension fondé sur une série de niveaux normalisés de tension de tenue aux chocs. Il montre également les nouveaux aspects du dimensionnement des distances d'isolement. D'autre part, il est encore incomplet dans le cadre du dimensionnement des matériels, car la section «Lignes de fuite» est encore à l'étude.

L'information donnée dans ce rapport est fondée sur le document 28A(Bureau Central)5 qui fut soumis à l'approbation des Comité nationaux suivant la Règle des Six Mois, en novembre 1977. Seize pays ont voté pour l'approbation, huit pays ont voté contre.

Ce rapport est destiné à servir de guide aux Comités d'Etudes et non à des bureaux d'études particuliers.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

| | | |
|---|---|---|
| Afrique du Sud (République d') | Egypte | Japon |
| Allemagne | Etats-Unis d'Amérique | Pays-Bas |
| Australie | Finlande | Roumanie |
| Autriche | Indonésie | Royaume-Uni |
| Belgique | Israël | Suède |
| Canada | Italie | Turquie |
| Danemark | | |

*Autres publications de la CEI citées dans le présent rapport:*

Publications n$^{os}$
- 60: Essais à haute tension.
- 71-1: Coordination de l'isolement, Première partie: Termes, définitions, principes et règles.
- 99-1: Parafoudres, Première partie: Parafoudres à résistance variable pour réseaux à courant alternatif.
- 335-1: Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues, Première partie: Règles générales.
- 536: Classification des matériels électriques et électroniques en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

# INSULATION CO-ORDINATION WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS INCLUDING CLEARANCES AND CREEPAGE DISTANCES FOR EQUIPMENT

## FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.

2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.

3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

## PREFACE

This report has been prepared by Sub-Committee 28A: Insulation Co-ordination for Low-voltage Equipment of IEC Technical Committee No. 28: Insulation Co-ordination.

This report introduces a new principle of insulation co-ordination in low-voltage systems on the basis of a series of standardized impulse withstand voltage levels. It also shows new aspects in dimensioning clearances. On the other hand, it is not yet complete for the purpose of dimensioning equipment, because the section "Creepage distances" is still under consideration.

The information given in this report is based on Document 28A(Central Office)5 which was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1977. Sixteen countries voted for approval, eight countries voted against.

This report is intended to serve as a guide to Technical Committees but not to individual designers.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

| | | |
|---|---|---|
| Australia | Germany | South Africa (Republic of) |
| Austria | Indonesia | Sweden |
| Belgium | Israel | Turkey |
| Canada | Italy | United Kingdom |
| Denmark | Japan | United States of America |
| Egypt | Netherlands | |
| Finland | Romania | |

*Other IEC publications quoted in this report:*

Publications Nos. 60: High Voltage Test Techniques.
71-1: Insulation Co-ordination, Part 1: Terms, Definitions, Principles and Rules.
99-1: Lightning Arresters, Part 1: Non-linear Resistor Type Arresters for A.C. Systems.
335-1: Safety of Household and Similar Electrical Appliances, Part 1: General Requirements.
536: Classification of Electrical and Electronic Equipment with Regard to Protection against Electric Shock.

# COORDINATION DE L'ISOLEMENT DANS LES SYSTÈMES (RÉSEAUX) À BASSE TENSION Y COMPRIS LES DISTANCES D'ISOLEMENT DANS L'AIR ET LES LIGNES DE FUITE DES MATÉRIELS

## INTRODUCTION

Le présent rapport propose une méthode pour la coordination de l'isolement basée sur les distances d'isolement et donne un guide aux Comités d'Etudes pour le dimensionnement des distances d'isolement. Le dimensionnement des lignes de fuite fera l'objet d'une publication ultérieure (à l'étude).

Bien que ce rapport soit destiné aux Comité d'Etudes de la CEI, il sera également utile comme guide pour les personnes (bureaux d'études) concernées par le développement de produits pour lesquels les normes actuelles ne traitent pas, de façon adéquate, de la coordination de l'isolement ou lorsque les normes sont inexistantes.

La coordination de l'isolement ne peut être réalisée que si les surtensions transitoires sont contrôlées à des niveaux définis. Il existe de nombreux moyens de contrôle des surtensions. En plus des dispositifs spécialement conçus à cet effet, de nombreuses distances d'isolement existantes servent en fait de moyen de limitation de la tension par amorçage sans apparition d'un courant de défaut important, lorsque l'énergie de la surtension transitoire est trop faible pour ioniser suffisamment l'intervalle et provoquer un courant de défaut. Lors de la rédaction de ce rapport, on a supposé que de tels moyens existaient sur le système (réseau) et que, par conséquent, les dispositifs de contrôle des surtensions servaient de base aux valeurs normalisées des tensions de tenue aux chocs. Il est donc absolument essentiel, pour la coordination de l'isolement, que soient établis des niveaux normalisés de tension de choc.

Ce rapport comporte des différences importantes en comparaison de ce qui était pratiqué jusqu'alors, mais il faut insister sur le fait qu'il repose sur des données fondamentales. Des recherches approfondies furent effectuées sur les tensions de claquage entre électrodes. Un examen des données de recherche est présenté dans l'annexe A, sous une forme abrégée, afin de faciliter la compréhension des données.

L'attention est attirée sur le fait que les bases physiques concernant les décisions à prendre au sujet des distances d'isolement diffèrent fondamentalement de celles qui conduisent aux valeurs à adopter pour les lignes de fuite qui n'ont donc pas à être traitées de la même façon. En général, à la différence des distances d'isolement, les lignes de fuite sont liées aux tensions locales et non aux tensions transitoires. La nature des matériaux isolants et plus particulièrement leur comportement en présence de pollution nécessitent d'autres études. L'influence des nervures et des rainures existant dans le matériau isolant constitue un autre facteur à prendre en considération pour l'étude des lignes de fuite. On est en train de réunir des références sur le comportement des matériaux isolants dans les conditions mentionnées ci-dessus.

# INSULATION CO-ORDINATION WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS INCLUDING CLEARANCES AND CREEPAGE DISTANCES FOR EQUIPMENT

## INTRODUCTION

This report proposes a method of insulation co-ordination based on clearances and gives guidance to Technical Committees for dimensioning of clearances. Dimensioning of creepage distances will follow in a future publication (under consideration).

Although the report is addressed to Technical Committees of the IEC, it will also be useful as a guide to those concerned with development of products for which present standards do not deal adequately, with insulation co-ordination, or when standards are non-existant.

Insulation co-ordination can only be achieved if transient overvoltages are controlled to specified levels. Overvoltages can be controlled in many ways. In addition to the special devices for this purpose many of the existing clearances actually serve as voltage limiting means by flashing over without consequential fault current, when the energy in the transient overvoltage surge is too low to ionize the gap sufficiently to initiate a fault current. In drafting this report it was assumed that such means exist in the system, and therefore overvoltage controlled systems are the basis for the standardized values of impulse withstand voltages. For the purpose of insulation co-ordination it is therefore absolutely essential to establish standardized impulse voltage levels.

The report represents significant deviations from past practice, but it is emphasized that it is based on fundamental data. Fundamental research in the field of breakdown voltage between electrodes was carried out. A review of the research data is presented in Appendix A in brief form in order to facilitate understanding of the data.

Attention is drawn to the fact that the physical basis for decision on values for clearances is basically different from that leading to values of creepage distances, and they should not be treated alike. In general, unlike clearances, creepage distances are related to working voltages and not to transient voltages. The nature of insulation materials, particularly their behaviour in the presence of pollution, requires further consideration. Another factor in consideration of creepage distances is the influence of ribs and grooves in the insulation material. Reference material is being accumulated on the behaviour of insulation materials under the above conditions.

## SECTION UN – GÉNÉRALITÉS ET DÉFINITIONS

### 1. Domaine d'application

Le présent rapport traite de la coordination de l'isolement dans les installations à basse tension y compris les distances d'isolement et les lignes de fuite des matériels, de tension assignée ne dépassant pas 1 200 V en courant continu ou 1 000 V en courant alternatif, de fréquences assignées ne dépassant pas 30 kHz et pour des altitudes ne dépassant pas 2 000 m.

Les distances minimales d'isolement indiquées dans ce rapport ne s'appliquent pas en présence de gaz ionisés (par exemple flammes ou arcs). Les prescriptions particulières dans de telles conditions peuvent être spécifiées par les Comités d'Etudes appropriés, comme ils l'entendent.

Ce rapport ne traite pas explicitement des distances à travers les isolations solides ou liquides, les gaz autres que l'air et les gaz comprimés. Cependant, il est recommandé de dimensionner toute isolation solide de telle sorte qu'une distance d'isolement amorce pour une valeur de tension suffisamment faible afin de ne pas entraîner de détérioration sur l'isolation solide.

*Notes 1.* – Les valeurs nominales de 1 000 V en courant alternatif et 1 200 V en courant continu sont les limites traditionnelles de la CEI pour les matériels à basse tension et ne représentent que la limitation officielle du domaine d'application. Il peut exister des tensions de valeur plus élevée dans les circuits internes des materiels*.

*2.* – L'altitude de 2 000 m est la plus haute altitude traditionnelle pour les matériels à basse tension couverts par les normes de la CEI. Les prescriptions pour les altitudes dépassant 2 000 m peuvent être déduites de l'annexe A.

### 2. Objet

L'objet du présent rapport est de guider les Comités d'Etudes qui doivent spécifier les distances d'isolement et les lignes de fuite des matériels à basse tension, de manière à rendre possible la coordination de l'isolement dans les installations et de rationaliser la coordination entre différents appareils utilisés dans des conditions identiques ou différentes.

Il fournit également les données nécessaires pour guider les Comités d'Etudes qui ont à spécifier l'isolation interne.

### 3. Définitions

Les définitions suivantes ont été adoptées dans le cadre du présent rapport.

#### 3.1 *Distance d'isolement dans l'air (distance d'isolement)*

Distance la plus courte dans l'air entre deux parties conductrices.

*Note.* – Afin de déterminer une distance d'isolement entre parties accessibles, la surface accessible d'une enveloppe isolante doit être considérée comme conductrice, comme si elle était recouverte par une feuille métallique, à tout endroit où elle peut être touchée par une main ou par un doigt d'épreuve normalisé conformément à la Publication 335-1 de la CEI: Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues, Première partie: Règles générales.

#### 3.2 *Ligne de fuite*

Distance la plus courte à la surface d'un matériau isolant entre deux parties conductrices.

*Note.* – Afin de déterminer une ligne de fuite entre parties accessibles, la surface accessible d'une enveloppe isolante doit être considérée comme conductrice, comme si elle était recouverte par une feuille métallique, à tout endroit où elle peut être touchée par une main ou par un doigt d'épreuve normalisé conformément à la Publication 335-1 de la CEI.

---

* Toutefois, l'attention est attirée sur le fait que le Comité d'Etudes n° 64, le Sous-Comité 17B et le Sous-Comité 17D considèrent que 1 500 V en courant continu est la limite supérieure de la plage basse tension.

## SECTION ONE – GENERAL AND DEFINITIONS

### 1. Scope

This report deals with the co-ordination of insulation in low-voltage installations including clearances and creepage distances for equipment, bearing a rated voltage up to 1 200 V d.c. or up to 1 000 V a.c. with rated frequencies up to 30 kHz and for use up to 2 000 m above sea level.

The minimum clearances indicated in this report do not apply where ionized gases (e.g. flames or arcs) occur. Special requirements for such situations may be specified at the discretion of the relevant Technical Committee.

This report does not deal explicitly with distances through solid or liquid insulation, with gases other than air or with compressed gases. However, it is recommended that any solid insulation be so dimensioned that a clearance will flash over at a value of voltage so low that no damage will be done to the solid insulation.

*Notes 1.* – The rated voltages 1 000 V a.c. and 1 200 V d.c. are traditional IEC limits for low-voltage equipment and only represent the formal limitation of the scope. Higher voltages may exist in circuits internal to the equipment.*

*2.* – The altitude of 2 000 m above sea level is the traditional highest altitude for low-voltage equipment covered by IEC standards. Requirements for altitudes exceeding 2 000 m can be derived from Appendix A.

### 2. Object

It is the object of this report to guide the Technical Committees that have to specify creepage distances and clearances in air for low-voltage equipment in such a manner that insulation co-ordination in the installation becomes possible, and that co-ordination between different apparatus used in the same or different situation is rationalized.

It also provides the data necessary to give guidance to Technical Committees to specify internal insulation.

### 3. Definitions

The following definitions have been adopted for the purpose of this report.

#### 3.1 *Clearance*

The shortest distance in air between two conductive parts.

*Note.* – For the purpose of determining a clearance to accessible parts, the accessible surface of an insulating enclosure shall be considered conductive as if it was covered by a metal foil wherever it can be touched by a hand or a standard test finger according to IEC Publication 335-1. Safety of Household and Similar Electrical Appliances, Part 1: General Requirements.

#### 3.2 *Creepage distance*

The shortest distance along the surface of an insulating material between two conductive parts.

*Note.* – For the purpose of determining a creepage distance to accessible parts, the accessible surface of an insulating enclosure shall be considered conductive as if it was covered by a metal foil wherever it can be touched by a hand or a test finger according to IEC Publication 335-1.

---

* Attention is however drawn to the fact that Technical Committee No. 64, Sub-Committee 17B and Sub-Committee 17D consider 1 500 V d.c. as the upper limit of the low-voltage range.