

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61472

Deuxième édition
Second edition
2004-07

**Travaux sous tension –
Distances minimales d'approche
pour des réseaux à courant alternatif
de tension comprise entre 72,5 kV
et 800 kV –
Une méthode de calcul**

**Live working –
Minimum approach distances
for a.c. systems in the voltage range
72,5 kV to 800 kV –
A method of calculation**

© IEC 2004 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 Varembe, 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

X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application.....	10
2 Termes, définitions et symboles.....	10
3 Méthodologie.....	16
4 Facteurs intervenant dans les calculs.....	18
5 Evaluation des risques.....	26
6 Calcul de la distance minimale d'approche D_A	28
Annexe A (informative) Distance ergonomique	36
Annexe B (informative) Surtensions.....	40
Annexe C (informative) Tenue diélectrique de l'air.....	48
Annexe D (informative) Facteur d'intervalle k_g	52
Annexe E (informative) Prise en compte des conditions atmosphériques.....	56
Annexe F (informative) Effet des objets à potentiel flottant sur la tenue diélectrique.....	64
Annexe G (informative) Travaux sous tension près des isolations polluées, endommagées ou humides.....	78
Bibliographie	84
Figure 1 – Illustration de deux objets flottants de différentes dimensions et à des distances différentes de l'axe de l'intervalle (voir 4.3.4)	32
Figure 2 – Tâches types de travail sous tension (voir Article 2 et 4.3.4).....	34
Figure B.1 – Gammes de u_{e2} en bout de ligne ouverte due à la fermeture et à la refermeture conformément au type de réseau (maillé ou antenne) avec et sans résistances de fermeture et inductances shunt (voir B.2.1.1)	46
Figure F.1 – Réduction de la tension de décharge de l'intervalle d'air due à l'altération du champ électrique causée par la présence d'un objet conducteur à potentiel flottant dans une position critique le long de l'axe de l'intervalle (configuration tige-tige phase- terre) – Impulsion de 250 μ s /2 500 μ s (voir F.3.1.2 et F.3.1.3)	72
Figure F.2 – Réduction de la tension de décharge de l'intervalle d'air due à l'altération du champ électrique causée par la présence d'un objet conducteur à potentiel flottant dans une position critique le long de l'axe de l'intervalle (configuration conducteur- conducteur entre phases) – Impulsion de 250 μ s /2 500 μ s (voir F.3.1.2 et F.3.1.3).....	74
Figure F.3 – Réduction de la tenue diélectrique en fonction de la distance D pour une valeur constante de β – Configuration tige-tige phase-terre (voir F.3.1.3 et F.3.2)	76
Figure F.4 – Réduction de la tenue diélectrique en fonction de la distance D pour une valeur constante de β – Configuration conducteur-conducteur entre phases (voir F.3.1.3 et F.3.2).....	76

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Terms, definitions and symbols	11
3 Methodology.....	17
4 Factors influencing calculations.....	19
5 Evaluation of risks	27
6 Calculation of minimum approach distance D_A	29
Annex A (informative) Ergonomic distance.....	37
Annex B (informative) Overvoltages	41
Annex C (informative) Dielectric strength of air	49
Annex D (informative) Gap factor k_g	53
Annex E (informative) Allowing for atmospheric conditions	57
Annex F (informative) Influence of electrically floating objects on the dielectric strength	65
Annex G (informative) Live working near contaminated, damaged or moist insulation	79
Bibliography.....	85
Figure 1 – Illustration of two floating objects of different dimensions and at different distances from the axis of the gap (see 4.3.4).....	33
Figure 2 – Typical live working tasks (see Clause 2 and 4.3.4)	35
Figure B.1 – Ranges of u_{e2} at the open ended line due to closing and reclosing according to the type of network (meshed or antenna) with and without closing resistors and shunt reactors (see B.2.1.1).....	47
Figure F.1 – Reduction in the discharge voltage of the air gap due to alteration in the electric field caused by the presence of a floating-potential conductive object in critical position along the axis of the gap (phase to earth rod-rod configuration) – 250 μ s /2 500 μ s impulse (see F.3.1.2 et F.3.1.3)	73
Figure F.2 – Reduction in the discharge voltage of the air gap due to alteration in the electric field caused by the presence of a floating-potential conductive object in critical position along the axis of the gap (phase to phase conductor-conductor configuration) – 250 μ s /2 500 μ s impulse (see F.3.1.2 et F.3.1.3)	75
Figure F.3 – Reduction of the dielectric strength as a function of the clearance D for constant values of β – Phase to earth rod-rod configuration (see F.3.1.3 and F.3.2)	77
Figure F.4 – Reduction of the dielectric strength as a function of the clearance D for constant values of β – Phase to phase conductor-conductor configuration (see F.3.1.3 and F.3.2)	77

Tableau 1 – Facteur d'objet à potentiel flottant k_f	24
Tableau 2 – Exemple de calcul de distance électrique pour quelques valeurs de surtension de manœuvre.....	30
Tableau B.1 – Classification des surtensions conformément à la CEI 60071-1	44
Tableau D.1 – Facteurs d'intervalle pour des configurations phase-terre réelles.....	54
Tableau E.1 – Facteur atmosphérique k_a pour différentes altitudes et valeurs de U_{90} de référence	60
Tableau G.1 – Exemple de calcul du nombre maximal d'isolateurs endommagés (facteur d'intervalle 1,4)	80
Tableau G.2 – Exemple de calcul du nombre maximal d'isolateurs endommagés (facteur d'intervalle 1,2)	82

Table 1 – Floating object factor k_f25

Table 2 – Example of calculation of electrical distance for some switching overvoltage values..... 31

Table B.1 – Classification of overvoltages according to IEC 60071-1 45

Table D.1 – Gap factors for some actual phase to earth configurations..... 55

Table E.1 – Atmospheric factor k_a for different reference altitudes and values of U_{g0} 61

Table G.1 – Example of maximum number of damaged insulators calculation (gap factor 1,4)..... 81

Table G.2 – Example of maximum number of damaged insulators calculation (gap factor 1,2)..... 83

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – DISTANCES MINIMALES D'APPROCHE POUR DES RÉSEAUX À COURANT ALTERNATIF DE TENSION COMPRISE ENTRE 72,5 kV ET 800 kV – UNE MÉTHODE DE CALCUL

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61472 a été établie par le comité d'études 78 de la CEI: Travaux sous tension.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition de la CEI 61472, publiée en 1998. Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Cette norme a été rédigée en conformité avec les exigences de la CEI 61477: *Travaux sous tension – Exigences minimales pour l'utilisation des outils, dispositifs et équipements*, lorsque cela s'applique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LIVE WORKING –
MINIMUM APPROACH DISTANCES FOR AC SYSTEMS
IN THE VOLTAGE RANGE 72,5 kV TO 800 kV –
A METHOD OF CALCULATION**

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 61472 has been prepared by technical committee 78: Live working.

This second edition cancels and replaces the first edition of IEC 61472 published in 1998. This second edition constitutes a technical revision.

This document has been prepared according to the requirements of IEC 61477: *Live working – Minimum requirements for the utilization of tools, devices and equipment*, where applicable.

Les modifications techniques majeures par rapport à la première édition sont les suivantes:

- révision du domaine d'application de cette méthode de calcul à 72,5 kV et plus;
- élaboration en détail du calcul de l'influence des objets à potentiel flottant;
- référence étroite aux brochures appropriées du CIGRE et à la CEI 60071-2.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
78/582/FDIS	78/586/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.

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.

Le contenu des corrigenda de mai 2005 et novembre 2006 ont été pris en considération dans cet exemplaire.

Significant changes with regard to the first edition are the following: this second edition

- revises the application range of this method of calculation to 72,5 kV and above;
- expands in a detailed manner the calculation of the influence of floating objects;
- refers closely to the relevant brochures of CIGRE and to IEC 60071-2.

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

FDIS	Report on voting
78/582/FDIS	78/586/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.

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.

The contents of the corrigenda of May 2005 and November 2006 have been included in this copy.

**TRAVAUX SOUS TENSION –
DISTANCES MINIMALES D'APPROCHE POUR DES RÉSEAUX
À COURANT ALTERNATIF DE TENSION COMPRISE
ENTRE 72,5 kV ET 800 kV –
UNE MÉTHODE DE CALCUL**

1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale décrit une méthode de calcul des distances minimales d'approche pour des travaux sous tension réalisés à des tensions maximales comprises entre 72,5 kV et 800 kV. Cette norme traite des surtensions de réseau et des distances de travail dans l'air entre des pièces et/ou des travailleurs à des potentiels différents.

La tension de tenue requise et les distances minimales d'approche calculées suivant la méthode décrite dans cette norme sont évaluées en prenant en compte ce qui suit:

- les travailleurs sont formés et qualifiés pour travailler dans la zone de travail sous tension;
- les surtensions attendues ne dépassent pas la valeur choisie pour la détermination de la distance minimale d'approche requise;
- les surtensions transitoires sont les surtensions déterminantes;
- l'isolation des outils ne présente pas sur la surface un film continu d'humidité;
- aucun éclair n'est vu ni entendu à moins de 10 km du lieu de travail;
- l'influence des parties conductrices des outils est prise en compte;
- l'effet de l'altitude sur la tenue électrique est pris en compte.

Pour des conditions autres que celles ci-dessus, l'évaluation des distances minimales d'approche peut exiger des données spécifiques, provenant d'autres calculs ou obtenues à partir d'études additionnelles en laboratoire sur la situation concrète.

**LIVE WORKING –
MINIMUM APPROACH DISTANCES FOR AC SYSTEMS
IN THE VOLTAGE RANGE 72,5 kV TO 800 kV –
A METHOD OF CALCULATION**

1 Scope

This International Standard describes a method for calculating the minimum approach distances for live working, at maximum voltages between 72,5 kV and 800 kV. This standard addresses system overvoltages, and the working air distances between parts and/or workers at different potentials.

The required withstand voltage and minimum approach distances calculated by the method described in this standard are evaluated taking into consideration the following:

- workers are trained for, and skilled in, working in the live working zone;
- the anticipated overvoltages do not exceed the value selected for the determination of the required minimum approach distance;
- transient overvoltages are the determining overvoltages;
- tool insulation has no continuous film of moisture present on the surface;
- no lightning is seen or heard within 10 km of the work site;
- allowance is made for the effect of conducting components of tools;
- the effect of altitude on the electric strength is taken into consideration.

For conditions other than the above, the evaluation of the minimum approach distances may require specific data, derived by other calculation or obtained from additional laboratory investigations on the actual situation.