IEC 61472

Edition 3.0 2013-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

X

ICS 13.260; 29.240.20; 29.260.99

ISBN 978-2-83220-717-8

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 4
1 Scope 6
2 Terms, definitions and symbols 6
2.1 Terms and definitions 6
2.2 Symbols used in the normative part of the document 8
3 Methodology 9
4 Factors influencing calculations 10
4.1 Statistical overvoltage 10
4.2 Gap strength 10
4.3 Calculation of electrical distance D_U 11
4.3.1 General equation 11
4.3.2 Factors affecting gap strength 11
5 Evaluation of risks 16
6 Calculation of minimum approach distance D_A 17
Annex A (informative) Ergonomic distance 18
Annex B (informative) Overvoltages 20
Annex C (informative) Dielectric strength of air 24
Annex D (informative) Gap factor k_g 26
Annex E (informative) Allowing for atmospheric conditions 28
Annex F (informative) Influence of floating conductive objects on the dielectric strength 32
Annex G (informative) Live working near contaminated, damaged or moist insulation 40
Bibliography 45

Figure 1 – Illustration of two floating conductive objects of different dimensions and at different distances from the axis of the gap 13
Figure 2 – Typical live working tasks 15
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 22
Figure F.1 – Influence of the length of the floating conductive objects – phase to earth rod-rod configuration – 250 μs /2 500 μs impulse 35
Figure F.2 – Influence of the length of the floating conductive objects – phase to phase conductor-conductor configuration – 250 μs /2 500 μs impulse 36
Figure F.3 – Reduction of the dielectric strength as a function of the length D for constant values of β – Phase to earth rod-rod configuration 37
Figure F.4 – Reduction of the dielectric strength as a function of the length P for constant values of β – Phase to phase conductor-conductor configuration 37
Figure G.1 – Strength of composite insulators affected by simulated conductive and semi-conductive defects 43

Table 1 – Average k_a values 12
Table 2 – Floating conductive object factor k_f 14
Table B.1 – Classification of overvoltages according to IEC 60071-1 20

Table D.1 – Gap factors for some actual phase to earth configurations 27
Table E.1 – Atmospheric factor k_a for different reference altitudes and values of U_{90} 30
Table G.1 – Example of maximum number of damaged insulators calculation (gap factor 1,4) 41
Table G.2 – Example of maximum number of damaged insulators calculation (gap factor 1,2) 42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIVE WORKING – MINIMUM APPROACH DISTANCES FOR A.C. 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 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.

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

This third edition cancels and replaces the second edition of IEC 61472 published in 2004. It 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.

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

– clarification of the scope;
– review of the definitions;
– clarification of the methodology of determining whether live working is permissible and the calculation of the minimum approach distances;

– modification of the basic equation for calculation of the minimum approach distance;
– introduction of Table 1 for altitude correction factor simplification k_a;
– introduction of criteria in presence of composite insulator and clarification on the use of insulator factor k_i;
– review of the informative Annex F on the influence of floating conductive objects on the dielectric strength;
– review of the informative Annex G on live working near contaminated, damaged or moist insulation.

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

FDIS	Report on voting
78/1004/FDIS	78/1010/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 stability 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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.

LIVE WORKING – MINIMUM APPROACH DISTANCES FOR A.C. 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 or tool insulation between parts and/or workers at different electric 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 or measurable contamination 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, insulators in the gap, etc, 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.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 48
1 Domaine d'application 50
2 Termes, définitions et symboles 50
2.1 Termes et définitions 50
2.2 Symboles utilisés dans la partie normative du document 52
3 Méthodologie 53
4 Facteurs intervenant dans les calculs 54
4.1 Surtension statistique 54
4.2 Tenue de l'intervalle 54
4.3 Calcul de la distance électrique D_U 55
4.3.1 Equation générale 55
4.3.2 Facteurs influençant la tenue de l'intervalle 55
5 Evaluation des risques 60
6 Calcul de la distance minimale d'approche D_A 61
Annexe A (informative) Distance ergonomique 63
Annexe B (informative) Surtensions 65
Annexe C (informative) Tenue diélectrique de l'air 69
Annexe D (informative) Facteur d'intervalle k_g 71
Annexe E (informative) Prise en compte des conditions atmosphériques 73
Annexe F (informative) Effet des objets conducteurs à potentiel flottant sur la tenue diélectrique 77
Annexe G (informative) Travaux sous tension près des isolations polluées, détériorées ou humides 85
Bibliographie 90

Figure 1 – Illustration de deux objets conducteurs à potentiel flottant de différentes dimensions et à des distances différentes de l'axe de l'intervalle 57
Figure 2 – Tâches types de travail sous tension 59
Figure B.1 – Plages de u_{e2} en bout de ligne ouverte due à la fermeture et au réenclenchement conformément au type de réseau (maillé ou antenne) avec et sans résistances de fermeture et inductances shunt 67
Figure F.1 – Influence de la longueur des objets conducteurs à potentiel flottant – configuration tige-tige entre phase et terre – impulsion de 250 μs /2 500 μs 80
Figure F.2 – Influence de la longueur des objets conducteurs à potentiel flottant – configuration conducteur-conducteur entre phases – impulsion de 250 μs /2 500 μs 81
Figure F.3 – Réduction de la tenue diélectrique en fonction de la longueur D pour une valeur constante de β – Configuration tige-tige entre phase et terre 82
Figure F.4 – Réduction de la tenue diélectrique en fonction de la longueur P pour une valeur constante de β – Configuration conducteur-conducteur entre phases 82
Figure G.1 – Tenue des isolateurs composites affectés par des défauts conducteurs et semi-conducteurs simulés 88

Tableau 1 – Valeurs moyennes de k_a 56
Tableau 2 – Facteur d'objet conducteur à potentiel flottant k_f 58
Tableau B.1 – Classification des surtensions conformément à la CEI 60071-1 65

Tableau D.1 – Facteurs d'intervalle pour des configurations entre phase et terre réelles.....72
Tableau E.1 – Facteur atmosphérique k_a pour différentes altitudes de référence et valeurs de U_{90} 75
Tableau G.1 – Exemple de calcul du nombre maximal d'isolateurs détériorés (facteur d'intervalle 1,4).....86
Tableau G.2 – Exemple de calcul du nombre maximal d'isolateurs détériorés (facteur d'intervalle 1,2).....87

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 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 la CEI. La CEI 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 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets 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 troisième édition annule et remplace la deuxième édition de la CEI 61472, publiée en 2004. Elle constitue une révision technique.

Ce document a été rédigé 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.

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

– la clarification du domaine d'application;

– la revue des définitions;
– la clarification de la méthodologie pour déterminer si le travail sous tension est acceptable et pour calculer les distances minimales d'approche;
– la modification de l'équation de base pour calculer la distance minimale d'approche;
– l'introduction du Tableau 1 pour une simplification du facteur de correction en fonction de l'altitude k_a;
– l'introduction de critères dans les cas de présence d'isolateur composite et la clarification de l'usage du facteur d'isolateur k_i;
– la revue de l'Annexe informative F sur l'influence des objets conducteurs à potentiel flottant sur la tenue diélectrique;
– la revue de l'Annexe informative G sur le travail sous tension près d'une isolation polluée, détériorée ou humide.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
78/1004/FDIS	78/1010/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 stabilité 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.

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.

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. La présente norme traite des surtensions de réseau et des distances de travail dans l'air ou de l'isolation des outils entre des pièces et/ou des travailleurs à des potentiels électriques différents.

La tension de tenue requise et les distances minimales d'approche calculées suivant la méthode décrite dans la présente 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 ou un niveau de pollution mesurable;
– 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, de la présence d'isolateurs dans l'intervalle, etc. 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.