NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61865

Première édition
First edition
2001-07

Lignes aériennes – Calcul de la composante électrique de la distance entre les parties sous tension et les obstacles – Méthode de calcul

Overhead lines – Calculation of the electrical component of distance between live parts and obstacles – Method of calculation

© IEC 2001 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 Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http://www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE S

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 4
INTRODUCTION 8

1 Domaine d'application 10
2 Références normatives 12
3 Termes, définitions et symboles 12
3.1 Définitions 12
3.2 Symboles 16
4 Démarche utilisée pour déterminer la distance électrique 18
5 Surtensions 20
5.1 Classification des surtensions 20
5.2 Surtensions temporaires 20
5.3 Surtensions à front lent 22
5.4 Surtensions à front rapide 22
6 Tension de tenue spécifiée de l'intervalle d'air 24
6.1 Généralités 26
6.2 Calcul de la tension de tenue spécifiée 30
7 Calcul de la distance associée aux surtensions 32

Annexe A (informative) Relation entre U_{50} et la longueur d d'un intervalle 34
Annexe B (informative) Exemple de calcul de la composante électrique 38

Bibliographie 44

Tableau 1 – Ondes à front lent: probabilité de décharge 26
Tableau 2 – Ondes à front rapide: probabilité de décharge 28
Tableau B.1 – Récapitulation des résultats 42

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 9

1 Scope 11
2 Normative references 13
3 Terms, definitions and symbols 13
3.1 Definitions 13
3.2 Symbols 17
4 Approach used to derive the electrical distance 19
5 Overvoltages 21
5.1 Classification of overvoltages 21
5.2 Temporary overvoltages 21
5.3 Slow-front overvoltages 23
5.4 Fast-front overvoltages 23
6 Required withstand voltage of the air gap 25
6.1 General 27
6.2 Calculation of the required withstand voltage 31
7 Calculation of the distance associated with the overvoltages 33

Annex A (informative) Relationship between U_{50} and the gap length, d 35
Annex B (informative) Example of the calculation of the electrical component 39

Bibliography 45

Table 1 – Slow-front waves: probability of discharge 27
Table 2 – Fast-front waves: probability of discharge 29
Table B.1 – Summary of the results 43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

LIGNES AÉRIENNES – CALCUL DE LA COMPOSANTE ÉLECTRIQUE DE LA DISTANCE ENTRE LES PARTIES SOUS TENSION ET LES OBSTACLES – MÉTHODE DE CALCUL

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
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. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 61865 a été établie par le comité d'études 11 de la CEI: Lignes aériennes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
11/161/FDIS	11/162/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 3.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OVERHEAD LINES – CALCULATION OF THE ELECTRICAL COMPONENT OF DISTANCE BETWEEN LIVE PARTS AND OBSTACLES – METHOD OF CALCULATION

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61865 has been prepared by IEC technical committee 11: Overhead lines.

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

FDIS	Report on voting
11/161/FDIS	11/162/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 3.

Annexes A and B are for information only.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005-11. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005-11. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Les distances minimales à respecter entre les conducteurs de lignes aériennes et les objets proches sont généralement spécifiées dans les normes nationales ou les règlements. Ces distances minimales se décomposent généralement comme suit:

- une distance électrique, qui est une distance d'isolation dans l'air permettant d'éviter un amorçage électrique entre les conducteurs et les autres objets, même en présence de surtensions sur les conducteurs de la ligne aérienne;
- une distance additionnelle pour prendre en compte dans une large mesure certaines situations (telles que les activités humaines, la taille des objets pouvant normalement se trouver sous la ligne, le déplacement des conducteurs dû à la température, à la charge ou aux conditions environnementales), plus une marge de sécurité pour tenir compte des incertitudes.

Il est important que ces deux distances soient spécifiées de façon correcte.

La méthode proposée dans cette Norme internationale pour calculer la distance électrique est surtout destinée à être utilisée lors de la mise à jour ou de la révision de distances électriques existantes (par exemple quand on ajoute de nouveaux niveaux de tension). La méthode utilise les surtensions qui apparaissent sur les lignes en présence de conditions atmosphériques prépondérantes (y compris les effets de l'altitude, etc.) pour déterminer la composante électrique de la distance. La méthode est particulièrement adaptée au cas des ondes à front lent, mais est également applicable au cas des ondes à front rapide et des surtensions temporaires.

INTRODUCTION

The minimum distances to be maintained between overhead line conductors and objects close to them are usually specified in national standards or regulations. Such minimum distances normally comprise

- an electrical distance, i.e. an air insulation distance which prevents an electrical discharge between the conductors and other objects, even when there are overvoltages present on the overhead line conductors;
- an additional distance to account for an extreme range of certain conditions (such as human activities, sizes of objects that may normally come under a line, movement of conductors due to temperature, load or environmental conditions) plus a safety margin to allow for uncertainties.

It is important that the two distances are specified correctly.

The method presented in this International Standard for calculating the electrical distance is mainly for use when reviewing or revising existing electrical distances (for example, to add new voltage levels). The method uses the overvoltages which occur on the lines together with the prevailing atmospheric conditions (including the effects of altitude, etc.) to derive the electrical component of the distance. The method is especially suited to the case of slow-fronted waves but is extended to cover the case of fast-front waves and temporary overvoltages.

LIGNES AÉRIENNES – CALCUL DE LA COMPOSANTE ÉLECTRIQUE DE LA DISTANCE ENTRE LES PARTIES SOUS TENSION ET LES OBSTACLES – MÉTHODE DE CALCUL

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est essentiellement un guide pour calculer les distances électriques nécessaires entre les éléments sous tension et les éléments à la terre afin d'éviter tout amorçage d'intervalle d'air pouvant constituer un danger pour le public se trouvant dans une situation normale à proximité d'éléments sous tension. Elle ne s'applique qu'aux lignes aériennes conçues pour fonctionner à une tension entre phases supérieure à 45 kV en courant alternatif. Elle traite de la composante électrique des distances entre les conducteurs et les objets ou véhicules évoluant sur le sol, les embarcations sur l'eau, les personnes situées sur le point haut d'une structure ou sur le sol, les animaux sur le sol (mais pas en vol), etc.

Cette norme ne traite pas de l'aspect sécurité pour le public ou les travailleurs dans les cas suivants:

- les objets fixes, les structures en dessous ou à côté des lignes, arbres, contour du sol, etc. Ces cas nécessitent en général de prendre en compte le fait que l'on puisse grimper sur la structure, la taille que peut atteindre l'arbre etc;
- la distance minimale d'approche pour les travaux sous tension, qui est traitée dans la norme CEI 61472;
- couplage capacitif ou induction magnétique d'une ligne aérienne, par exemple les tensions induites dans les véhicules situés sous une ligne, ou dans un pipeline souterrain suivant le même tracé;
- répartition dans le sol des courants provenant les lignes et provoquant des tensions de pas ou de toucher autour des structures lors de défauts sur la ligne ou de coups de foudre;
- amorçage des isolateurs ou des éclateurs ou amorçage entre phases provoquant du bruit acoustique et électrique et des arcs importants;
- claquage de l'air entre les conducteurs et le sol lors d'incendies importants au-dessous des conducteurs de la ligne;
- spécification de distances minimales pour éviter un amorçage avec des conducteurs voisins de lignes électriques ou de communication.

Cette norme ne spécifie pas les distances électriques pour la conception des structures de lignes aériennes. De même elle ne spécifie pas les distances pour les structures qui sont par nécessité accessibles aux travailleurs alors que la ligne est sous tension (par exemple les distances pour travaux sur la ligne, travaux de peinture). Les distances entre les conducteurs et les structures sont généralement définies pour satisfaire la fiabilité de service requise pour la ligne. Il est possible que cette distance ne permette pas toujours de réaliser des travaux sous tension ou dans certains cas, l'accès aux travailleurs sur certaines parties de la structure proche des conducteurs sous tension.

OVERHEAD LINES – CALCULATION OF THE ELECTRICAL COMPONENT OF DISTANCE BETWEEN LIVE PARTS AND OBSTACLES – METHOD OF CALCULATION

1 Scope

This International Standard provides guidance for the calculation of electrical distances between live and earthed parts required to prevent air-gap breakdown which may endanger members of the public who legitimately come close to live parts. It is applicable only to overhead lines designed to operate at more than 45 kV phase-to-phase a.c. It deals with the electrical component of distances between conductors and movable objects – vehicles on the ground, vessels on water, persons on top of objects or on the ground, wildlife on the ground (but not airborne), etc.

This standard does not deal with the following public and worker safety aspects:

- stationary objects – structures beneath or next to lines, trees, ground contours, etc. These, in general, require consideration as to whether the structure can be climbed on, the extent to which the tree will grow, etc;
- minimum approach distance for live working, which is dealt with in IEC 61472;
- capacitive coupling or magnetic induction by overhead lines, such as voltages induced in vehicles under a line, or in pipelines buried alongside it;
- currents flowing in the ground that originate from lines and result in step and touch voltages around structures during line faults or lightning strikes;
- flashover of line insulators or spark gaps, or a phase-to-phase discharge, resulting in audible and electrical noise and intense arcs;
- dielectric breakdown of the air between the conductors and the ground due to large fires beneath conductors;
- minimum electrical distances required to prevent discharge to adjacent overhead power or communication circuits.

This standard does not give the electrical distance requirements for the design of overhead line structures. Neither does it give the distance requirements for overhead line structures which need to be accessible to workers while the line is energized (for example, distances to line workers or painters). Distances between conductors and the structure of the tower are normally chosen to meet the required operating reliability of the line. It is possible that this distance may not always be adequate to allow live working or, in some cases, access for workers to parts of the structure near to live conductors.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(601):1985, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

CEI 60050(604):1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60071-2:1996, *Coordination de l'isolement – Partie 2: Guide d'application*

CEI 61472:1998, *Travaux sous tension – Distances minimales d'approche – Méthode de calcul*

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(601):1985, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050(604):1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

lEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

lEC 60071-2:1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 61472:1998, *Live working – Minimum approach distances – Method of calculation*