

RAPPORT  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
REPORT

**CEI  
IEC  
1597**

Première édition  
First edition  
1995-05

---

---

**Conducteurs pour lignes électriques aériennes –  
Méthodes de calcul applicables aux  
conducteurs câblés**

**Overhead electrical conductors –  
Calculation methods for stranded  
bare conductors**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1597: 1995

## Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI\*
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)\*
- **Bulletin de la CEI**  
Disponible à la fois au «site web» de la CEI\* et comme périodique imprimé

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site\***
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)\*
- **IEC Bulletin**  
Available both at the IEC web site\* and as a printed periodical

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

\* See web site address on title page.

RAPPORT  
TECHNIQUE – TYPE 3  
TECHNICAL  
REPORT – TYPE 3

CEI  
IEC  
1597

Première édition  
First edition  
1995-05

---

---

**Conducteurs pour lignes électriques aériennes –  
Méthodes de calcul applicables aux  
conducteurs câblés**

**Overhead electrical conductors –  
Calculation methods for stranded  
bare conductors**

© CEI 1995 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 3, rue de Varembe Genève, Suisse

---

---



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

	Pages
AVANT-PROPOS .....	6
<b>Articles</b>	
1 Domaine d'application .....	10
2 Symboles et abréviations .....	10
2.1 Symboles et unités .....	10
2.2 Abréviations .....	14
3 Capacité de courant transporté .....	14
3.1 Généralités .....	14
3.2 Equation du bilan thermique .....	14
3.3 Méthode de calcul .....	14
3.4 Effet Joule .....	16
3.5 Echauffement dû au rayonnement solaire .....	16
3.6 Chaleur perdue par rayonnement .....	16
3.7 Chaleur perdue par convection .....	16
3.8 Méthode de calcul de la capacité de courant transporté (CCC) .....	18
3.9 Détermination de la température maximale de l'aluminium .....	18
3.10 Valeurs calculées de capacité de courant transporté .....	18
4 Résistance en courant alternatif, réactances inductive et capacitive .....	20
4.1 Généralités .....	20
4.2 Résistance en courant alternatif (CA) .....	20
4.3 Réactance inductive .....	22
4.4 Réactance capacitive .....	26
4.5 Tableaux des propriétés .....	26
5 Allongement des conducteurs toronnés .....	26
5.1 Généralités .....	26
5.2 Allongement thermique .....	28
5.3 Propriétés de contrainte-allongement .....	32
5.4 Etablissement du module d'élasticité final .....	34
6 Fluage du conducteur .....	40
6.1 Généralités .....	40
6.2 Fluage des fils unitaires .....	40
6.3 Fluage total du conducteur .....	42
6.4 Prévision du fluage du conducteur .....	44
6.5 Valeurs de fluage .....	44

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	7
Clause	
1 Scope .....	11
2 Symbols and abbreviations .....	11
2.1 Symbols and units .....	11
2.2 Abbreviations .....	15
3 Current carrying capacity .....	15
3.1 General .....	15
3.2 Heat balance equation .....	15
3.3 Calculation method .....	15
3.4 Joule effect .....	17
3.5 Solar heat gain .....	17
3.6 Radiated heat loss .....	17
3.7 Convection heat loss .....	17
3.8 Method to calculate current carrying capacity (CCC) .....	19
3.9 Determination of the maximum permissible aluminium temperature .....	19
3.10 Calculated values of current carrying capacity .....	19
4 Alternating current resistance, inductive and capacitive reactances .....	21
4.1 General .....	21
4.2 Alternating current (AC) resistance .....	21
4.3 Inductive reactance .....	23
4.4 Capacitive reactance .....	27
4.5 Table of properties .....	27
5 Elongation of stranded conductors .....	27
5.1 General .....	27
5.2 Thermal elongation .....	29
5.3 Stress-strain properties .....	33
5.4 Assessment of final elastic modulus .....	35
6 Conductor creep .....	41
6.1 General .....	41
6.2 Creep of single wires .....	41
6.3 Total conductor creep .....	43
6.4 Prediction of conductor creep .....	45
6.5 Creep values .....	45

Articles	Pages
7 Perte de résistance .....	46
8 Calcul de la longueur maximum du conducteur sur tourets .....	48
8.1 Bases de calcul .....	48
8.2 Facteur de remplissage .....	50
8.3 Espace entre dernière couche et le douvage (garde au sol) .....	52
8.4 Exemple numérique .....	52
<b>Annexes</b>	
A Capacité de courant transporté .....	54
B Résistance, réactances inductive et capacitive des conducteurs .....	69
C Bibliographie .....	85

This document is a preview generated by EVS

Clause	Page
7 Loss of strength .....	47
8 Calculation of maximum conductor length on drums .....	49
8.1 Basis of calculation .....	49
8.2 Packing factor .....	51
8.3 Space between last conductor layer and lagging .....	53
8.4 Numerical example .....	53
Annexes	
A Current carrying capacity .....	55
B Resistance, inductive and capacitive reactance of conductors .....	69
C Bibliography .....	85

This document is a preview generated by EVS

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### CONDUCTEURS POUR LIGNES ÉLECTRIQUES AÉRIENNES – MÉTHODES DE CALCUL APPLICABLES AUX CONDUCTEURS CÂBLÉS

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 1597, rapport technique de type 3, a été établie par le comité d'études 7 de la CEI: Conducteurs pour lignes électriques aériennes.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**OVERHEAD ELECTRICAL CONDUCTORS –  
CALCULATION METHODS FOR STRANDED  
BARE CONDUCTORS**

## 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 cooperation 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, 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 1597, which is a technical report of type 3, has been prepared by IEC technical committee 7: Overhead electrical conductors.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
7(SEC)466	7(SEC)471

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

Ce rapport technique est un document informatif associé à la CEI 1089: *Conducteurs pour lignes aériennes à brins circulaires, câbles en couches concentriques*.

Ce document constitue un Rapport Technique de type 3. Il est destiné à fournir des informations complémentaires sur les conducteurs spécifiés dans la CEI 1089.

Diverses propriétés des conducteurs et des méthodes de calcul sont données dans ce document. Généralement, on les trouve dans un certain nombre de références, mais rarement dans un document unique.

Il est à noter que les définitions figurant dans la CEI 1089 s'appliquent également au présent document.

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

This document is a preview generated by EVS

The text of this technical report is based on the following documents:

Committee draft	Report on voting
7(SEC)466	7(SEC)471

Full information on the voting for the approval of this technical report can be found in the report on voting indicated in the above table.

This technical report is an informative companion to IEC 1089: *Round wire concentric lay overhead electrical conductors*.

This document is a Technical Report of type 3. It is intended to provide additional technical information on conductors specified in IEC 1089.

Various conductor properties and calculation methods are given in this document. These are normally found in a number of references, but rarely condensed in a single document.

It is noted that all definitions given in IEC 1089 apply equally to this document.

Annexes A, B and C are for information only.

This document is a preview generated by EVS

# CONDUCTEURS POUR LIGNES ÉLECTRIQUES AÉRIENNES – MÉTHODES DE CALCUL APPLICABLES AUX CONDUCTEURS CÂBLÉS

## 1 Domaine d'application

Ce document fournit des informations concernant les conducteurs spécifiés dans la CEI 1089. De telles informations concernent les propriétés des conducteurs et les méthodes pratiques de calcul.

Le document comprend les chapitres suivants:

- capacité de courant transporté: Méthode de calcul et exemple-type;
- résistance en courant alternatif, réactances inductive et capacitive;
- allongement des conducteurs câblés; données thermiques et relatives à la contrainte mécanique;
- fluage du conducteur;
- perte de résistance mécanique des fils d'aluminium sous l'action des températures élevées;
- calcul de la longueur maximum d'un conducteur en fonction du type de touret.

Il est à noter que ce document ne discute pas toutes les théories et méthodes disponibles pour calculer les propriétés du conducteur, mais fournit aux utilisateurs des méthodes simples, offrant une précision acceptable.

## 2 Symboles et abréviations

### 2.1 Symboles et unités

<b>A</b>	section droite du conducteur ( $\text{mm}^2$ )
$A_a$	fils d'aluminium
$A_s$	fils d'acier
<b>B</b>	largeur intérieure d'un touret (m)
<b>D</b>	diamètre du conducteur (m)
$d_1, d_2$	diamètres extérieur et intérieur d'un touret (m)
<b>E</b>	module d'élasticité du conducteur complet (MPa)
$E_a$	fils d'aluminium
$E_s$	fils d'acier
<b>f</b>	fréquence (Hz)
<b>F</b>	traction dans le conducteur (kN)
$F_a$	traction dans les fils d'aluminium
$F_s$	traction dans les fils d'acier
<b>I</b>	intensité du courant (A)
$K_1$	rigidité relative des fils d'acier par rapport aux fils d'aluminium
$K_c$	coefficient de fluage
$K_e$	coefficient d'émissivité par rapport au corps noir

## OVERHEAD ELECTRICAL CONDUCTORS – CALCULATION METHODS FOR STRANDED BARE CONDUCTORS

### 1 Scope

This document provides information with regard to conductors specified in IEC 1089. Such information includes properties of conductors and useful methods of calculation.

The following chapters are included in this document:

- current carrying capacity of conductors: Calculation method and typical example
- alternating current resistance, inductive and capacitive reactances
- elongation of conductors: Thermal and stress-strain data
- conductor creep
- loss of strength of aluminium wires due to high temperatures
- calculation of maximum conductor length in a drum

It is noted that this document does not discuss all theories and available methods for calculating conductor properties, but provides users with simple methods that provide acceptable accuracies.

### 2 Symbols and abbreviations

#### 2.1 Symbols and units

$A$	cross-sectional area of the conductor ( $\text{mm}^2$ )
$A_a$	aluminium wires
$A_s$	steel wires
$B$	Internal width of a drum (m)
$D$	conductor diameter (m)
$d_1, d_2$	outside and inside diameter of a drum (m)
$E$	modulus of elasticity of complete conductor (MPa)
$E_a$	aluminium wires
$E_s$	steel wires
$f$	frequency (Hz)
$F$	tensile force in the complete conductor (kN)
$F_a$	in the aluminium wires
$F_s$	in steel wires
$I$	conductor current (A)
$K_1$	relative rigidity of steel to aluminum wires
$K_c$	creep coefficient
$K_e$	emissivity coefficient in respect to black body