

**Short-circuit currents in d.c. auxiliary
installations in power plants and substations -
Part 2: Calculation of effects**

EESTI STANDARDI EESSÕNA

NATIONAL FOREWORD

Käesolev Eesti standard EVS-EN 61660-2:2002 sisaldab Euroopa standardi EN 61660-2:1997 ingliskeelset teksti.

Standard on kinnitatud Eesti Standardikeskuse 15.10.2002 käskkirjaga ja jõustub sellekohase teate avaldamisel EVS Teatajas.

Standard on kättesaadav Eesti standardiorganisatsioonist.

This Estonian standard EVS-EN 61660-2:2002 consists of the English text of the European standard EN 61660-2:1997.

This standard is ratified with the order of Estonian Centre for Standardisation dated 15.10.2002 and is endorsed with the notification published in the official bulletin of the Estonian national standardisation organisation.

The standard is available from Estonian standardisation organisation.

ICS 29.240.01

Standardite reprodutseerimis- ja levitamiseõigus kuulub Eesti Standardikeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonilisse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel on keelatud ilma Eesti Standardikeskuse poolt antud kirjaliku loata.

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, palun võtke ühendust Eesti Standardikeskusega:
Aru 10 Tallinn 10317 Eesti; www.evs.ee; Telefon: 605 5050; E-post: info@evs.ee

Right to reproduce and distribute Estonian Standards belongs to the Estonian Centre for Standardisation

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, without permission in writing from Estonian Centre for Standardisation.

If you have any questions about standards copyright, please contact Estonian Centre for Standardisation:
Aru str 10 Tallinn 10317 Estonia; www.evs.ee; Phone: +372 605 5050; E-mail: info@evs.ee

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 61660-2

July 1997

ICS 29.240.01

Descriptors: Short-circuit current, auxiliary installations, power plants, substation, calculation of effects

English version

**Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations
in power plants and substations
Part 2: Calculation of effects
(IEC 61660-2:1997)**

Courants de court-circuit dans les
installations auxiliaires alimentées
en courant continu dans les centrales
et les postes
Partie 2: Calcul des effets
(CEI 61660-2:1997)

Kurzschlußströme in
Gleichstrom-Eigenbedarfsanlagen
in Kraftwerken und Schaltanlagen
Teil 2: Berechnung der Wirkungen
(IEC 61660-2:1997)

This European Standard was approved by CENELEC on 1997-07-01. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brussels

Foreword

The text of document 73/85/FDIS, future edition 1 of IEC 61660-2, prepared by IEC TC 73, Short-circuit currents, was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and was approved by CENELEC as EN 61660-2 on 1997-07-01.

The following dates were fixed:

- latest date by which the EN has to be implemented
at national level by publication of an identical
national standard or by endorsement (dop) 1998-04-01
- latest date by which the national standards conflicting
with the EN have to be withdrawn (dow) 1998-04-01

Annexes designated "normative" are part of the body of the standard.
Annexes designated "informative" are given for information only.
In this standard, annex ZA is normative and annexes A and B are informative.
Annex ZA has been added by CENELEC.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 61660-2:1997 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

This document is a preview generated by EVS

Annex ZA (normative)

Normative references to international publications with their corresponding European publications

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

NOTE: When an international publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60865-1	1993	Short-circuit currents - Calculation of effects Part 1: Definitions and calculation methods	EN 60865-1	1993
IEC 60865-2	1994	Part 2: Examples of calculation	-	-
IEC 60949	1988	Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects	-	-
IEC 60986	1989	Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage from 1,8/3 (3,6) kV to 18/30 (36) kV	-	-
IEC 61660-1	1997	Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations Part 1: Calculation of short-circuit currents	EN 61660-1	1997

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61660-2

Première édition
First edition
1997-06

**Courants de court-circuit dans les installations
auxiliaires alimentées en courant continu
dans les centrales et les postes –**

**Partie 2:
Calcul des effets**

**Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations
in power plants and substations –**

**Part 2:
Calculation of effects**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61660-2 : 1997

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

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*;
- la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 60878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 60027, de la CEI 60417, de la CEI 60617 et/ou de la CEI 60878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV 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 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*;
- IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 60878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 60027, IEC 60417, IEC 60617 and/or IEC 60878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61660-2

Première édition
First edition
1997-06

**Courants de court-circuit dans les installations
auxiliaires alimentées en courant continu
dans les centrales et les postes –**

**Partie 2:
Calcul des effets**

**Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations
in power plants and substations –**

**Part 2:
Calculation of effects**

© IEC 1997 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
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

W

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Références normatives	8
1.3 Symboles et unités	8
1.4 Définitions	14
2 Effet électromagnétique sur les conducteurs rigides	16
2.1 Généralités	16
2.2 Calcul des forces électromagnétiques	18
2.3 Calcul des contraintes dans les conducteurs rigides et les forces sur les supports	20
2.4 Charge de conception pour les isolateurs, leurs supports et connecteurs	32
3 Effets thermiques sur les conducteurs nus et sur le matériel électrique	32
3.1 Généralités	32
3.2 Calcul de l'échauffement	34
Tableaux	38
Figures	46
Annexes	
A Equations pour la détermination des diagrammes	66
B Bibliographie	74

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General	7
1.1 Scope	7
1.2 Normative references	9
1.3 Symbols and units	9
1.4 Definitions	15
2 Electromagnetic effect on rigid conductors	17
2.1 General	17
2.2 Calculation of electromagnetic forces	19
2.3 Calculation of stresses in rigid conductors and forces on supports	21
2.4 Design load for post insulators, their supports and connectors	33
3 Thermal effect on bare conductors and electrical equipment	33
3.1 General	33
3.2 Calculation of temperature rise	35
Tables	39
Figures	47
Annexes	
A Equations for calculations of diagrams	67
B Bibliography	74

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COURANTS DE COURT-CIRCUIT DANS LES INSTALLATIONS AUXILIAIRES ALIMENTÉES EN COURANT CONTINU DANS LES CENTRALES ET LES POSTES –

Partie 2: Calcul des effets

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 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, 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 61660-2 a été établie par le comité 73 de la CEI: Courants de court-circuit.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
73/85/FDIS	73/98/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.

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

La CEI 61660 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: Courants de court-circuit dans les installations auxiliaires alimentées en courant continu dans les centrales et les postes:

- Partie 1: 1997, Calcul des courants de court-circuit
- Partie 2: 1997, Calcul des effets
- Partie 3: 199X, Exemples de calcul (en préparation).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SHORT-CIRCUIT CURRENTS IN DC AUXILIARY INSTALLATIONS
IN POWER PLANTS AND SUBSTATIONS –****Part 2: Calculation of effects**

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 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 61660-2 has been prepared by IEC technical committee 73: Short-circuit currents.

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

FDIS	Report on voting
73/85/FDIS	73/98/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.

Annexes A and B are for information only.

IEC 61660 consists of the following parts, under the general title: Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations:

- Part 1: 1997: Calculation of short-circuit currents
- Part 2: 1997: Calculation of effects
- Part 3: 199X: Examples of calculations (in preparation)

COURANTS DE COURT-CIRCUIT DANS LES INSTALLATIONS AUXILIAIRES ALIMENTÉES EN COURANT CONTINU DANS LES CENTRALES ET LES POSTES –

Partie 2: Calcul des effets

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61660 décrit une méthode de calcul des effets mécaniques et thermiques sur les conducteurs rigides dus aux courants de court-circuit dans les installations auxiliaires alimentées en courant continu dans les centrales et les postes. De tels réseaux peuvent contenir les types suivants de matériel qui agissent aussi bien comme sources que comme contribution aux courants de court-circuit:

- redresseurs triphasés en courant alternatif, raccordement en pont pour 50 Hz;
- batteries fixes au plomb;
- condensateurs de lissage;
- moteurs à excitation indépendante à courant continu.

La présente norme donne une méthode généralement applicable et fournit des résultats d'une précision suffisante. La méthode de calcul est basée sur des fonctions de substitution produisant par approximation les mêmes contraintes maximales dans les conducteurs et les mêmes forces sur les supports que la force électromagnétique réelle.

Les procédures normalisées de calcul des articles 2 et 3 s'appliquent respectivement aux effets électromagnétiques sur les conducteurs rigides et aux effets thermiques sur les conducteurs nus et le matériel électrique.

Pour les câbles et les conducteurs isolés, il convient cependant de se référer par exemple à la CEI 60949 et à la CEI 60986.

Seules les installations auxiliaires alimentées en courant continu dans les centrales et les postes sont traitées dans la présente norme.

En particulier, il convient de noter les points suivants:

- Il convient de se baser sur la CEI 61660-1 pour les calculs des courants de court-circuit.
- La durée de court-circuit utilisée dans la présente norme dépend du concept de la protection et il convient de la considérer dans ce sens.
- Ces procédures normalisées sont adaptées aux besoins pratiques et contiennent des simplifications avec des marges de sécurité. Des essais et/ou des méthodes de calcul plus détaillées peuvent être utilisées.
- Dans l'article 2 de la présente norme, seules les contraintes provoquées par les courants de court-circuit sont calculées. De plus, d'autres contraintes peuvent exister, par exemple celles causées par les poids morts, les forces de fonctionnement, les séismes. Il convient que la combinaison de ces charges avec celles provenant d'un court-circuit fasse partie d'un accord et/ou soit indiquée par des normes, par exemple des règles d'installation.

SHORT-CIRCUIT CURRENTS IN DC AUXILIARY INSTALLATIONS IN POWER PLANTS AND SUBSTATIONS –

Part 2: Calculation of effects

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 61660 describes a method for calculation of the mechanical and thermal effects on rigid conductors caused by short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations. Such systems may contain the following items of equipment which act as sources, as well as contributing to the short-circuit currents:

- rectifiers in three-phase a.c. bridge connection for 50 Hz;
- stationary lead-acid batteries;
- smoothing capacitors;
- d.c. motors with independent excitation.

This standard provides a method which has wide application, and which gives results of sufficient accuracy. The calculation method is based on substitute functions, which cause approximately the same maximum stresses in the conductors and the same forces on the supports as the actual electromagnetic force.

The standardized calculation procedures of clauses 2 and 3 are applicable for the electromagnetic effect on rigid conductors and the thermal effect on bare conductors and electrical equipment, respectively.

For cables and insulated conductors, however, reference is made to IEC 60949 and IEC 60986, for example.

Only d.c. auxiliary installations in power plants and substations are dealt with in this standard.

In particular, the following points should be noted:

- The calculation of short-circuit currents should be based on IEC 61660-1.
- Short-circuit duration used in this standard depends on the protection concept, and should be considered in that sense.
- These standardized procedures are adjusted to practical requirements, and contain simplifications with safety margins. Testing or more detailed methods of calculation or both may be used.
- In clause 2 of this standard, only the stresses caused by short-circuit currents are calculated. Furthermore, other stresses can exist, such as those caused by dead-load, operating forces, or earthquakes. The combination of these loads with the short-circuit loading should be part of an agreement and/or given by standards, for example erection codes.

1.2 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 partie de la CEI 61660. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondées sur la présente partie de la CEI 61660 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60865-1: 1993, *Courants de court-circuit – Calcul des effets – Partie 1: Définitions et méthodes de calcul*

CEI 60865-2: 1994, *Courants de court-circuit – Calcul des effets – Partie 2: Exemples de calcul*

CEI 60949: 1988, *Calcul des courants de court-circuit admissibles au plan thermique, tenant compte des effets d'un échauffement non adiabatique*

CEI 60986: 1989, *Guide aux limites de température de court-circuit des câbles électriques de tension assignée de 1,8/3 (3,6) kV à 18/30 (36) kV*

CEI 61660-1: 1997, *Courants de court-circuit dans les installations auxiliaires alimentées en courant continu dans les centrales et les postes – Partie 1: Calcul des courants de court-circuit*

1.3 Symboles et unités

Toutes les équations utilisées dans la présente norme sont des équations de quantité qui comportent des symboles représentant des quantités physiques avec à la fois des valeurs numériques et des dimensions.

Les symboles utilisés dans la présente norme et les unités SI sont donnés dans les listes ci-après.

1.3.1 Symboles relatifs à l'article 2: effets électromagnétiques

A_i	Impulsion pour déterminer les paramètres de la fonction rectangulaire de substitution	A^2s
A_s	Section d'un sous-conducteur	m^2
a	Entraxe des conducteurs	m
a_m	Distance équivalente entre conducteurs principaux adjacents	m
a_s	Distance équivalente entre sous-conducteurs	m
a_{1n}	Entraxe entre le sous-conducteur 1 et le sous-conducteur n	m
a_{1s}	Entraxe entre sous-conducteurs	m
b	Dimension d'un sous-conducteur perpendiculaire à la direction de la force	m
b_m	Dimension d'un conducteur principal perpendiculaire à la direction de la force	m
c	Facteur relatif à l'influence des pièces de liaison	1
D	Diamètre extérieur d'un conducteur tubulaire	m
d	Dimension d'un sous-conducteur dans la direction de la force	m

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text constitute provisions of this part of IEC 61660. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61660 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60865-1: 1993, *Short-circuit currents — Calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation methods*

IEC 60865-2: 1994, *Short-circuit currents — Calculation of effects – Part 2: Examples of calculation*

IEC 60949: 1988, *Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects*

IEC 60986: 1989, *Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage from 1,8/3 (3,6) kV to 18/30 (36) kV*

IEC 61660-1: 1997, *Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations – Part 1: Calculation of short-circuit currents*

1.3 Symbols and units

All equations used in this standard are quantity equations in which quantity symbols represent physical quantities possessing both numerical values and dimensions.

The symbols used in this standard and their exemplary SI units are given in the following lists.

1.3.1 Symbols for clause 2: electromagnetic effects

A_i	Impulse for determining the parameters of the substitute rectangular function	A^2s
A_s	Cross-section of one subconductor	m^2
a	Centre line distance between conductors	m
a_m	Effective distance between neighbouring main conductors	m
a_s	Effective distance between subconductors	m
a_{1n}	Centre line distance between subconductor 1 and subconductor n	m
a_{1s}	Centre line distance between subconductors	m
b	Dimension of a subconductor perpendicular to the direction of the force	m
b_m	Dimension of a main conductor perpendicular to the direction of the force	m
c	Factor for the influence of connecting pieces	1
D	Outer diameter of tubular conductor	m
d	Dimension of a subconductor in the direction of the force	m