IEC 60865-1

Edition 3.0 2011-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Short-circuit currents – Calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation methods

Courants de court-circuit – Calcul des effects – Partie 1: Définitions et méthodes de calcul

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE XA
CODE PRIX

ICS 17.220.01; 29.240.20

ISBN 978-2-88912-771-9

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms, definitions, symbols and units 7
3.1 Terms and definitions 7
3.2 Symbols and units 9
4 General 12
5 Rigid conductor arrangements 13
5.1 General 13
5.2 Calculation of electromagnetic forces 13
5.2.1 Calculation of peak force between the main conductors during a three-phase short-circuit 13
5.2.2 Calculation of peak force between the main conductors during a line-to-line short-circuit 13
5.2.3 Calculation of peak value of force between coplanar sub-conductors 14
5.3 Effective distance between main conductors and between sub-conductors 14
5.4 Calculation of stresses in rigid conductors 16
5.4.1 Calculation of stresses 16
5.4.2 Section modulus and factor q of main conductor composed of sub-conductors 17
5.4.3 Permitted conductor stress 20
5.5 Structure loads due to rigid conductors 21
5.6 Consideration of automatic reclosing 21
5.7 Calculation with special regard to conductor oscillation 22
5.7.1 General 22
5.7.2 Determination of relevant natural frequency 23
5.7.3 The factors V_{F}, $V_{\sigma m}$, $V_{\sigma s}$, V_{rm} and V_{rs} 23
6 Flexible conductor arrangements 26
6.1 General 26
6.2 Effects on horizontal main conductors 27
6.2.1 General 27
6.2.2 Characteristic dimensions and parameter 27
6.2.3 Tensile force $F_{t,d}$ during short-circuit caused by swing out (short-circuit tensile force) without dropper in midspan 30
6.2.4 Dynamic change of sag due to elongation of conductor and change of shape of the conductor curve 31
6.2.5 Tensile force $F_{t,d}$ during short-circuit caused by swing out (short-circuit tensile force) with dropper in the middle of the span 32
6.2.6 Tensile force $F_{f,d}$ after short-circuit caused by drop (drop force) 33
6.2.7 Horizontal span displacement b_{h} and minimum air clearance a_{min} 33
6.3 Effects on vertical main conductors (droppers) 34
6.4 Effects on bundled conductors 35
6.4.1 Characteristic dimensions and parameter 35
6.4.2 Tensile force $F_{pi,d}$ in the case of clashing sub-conductors 38
6.4.3 Tensile force $F_{pi,d}$ in the case of non-clashing sub-conductors 38
6.5 Structure loads due to flexible conductors 41
6.5.1 Design load for post insulators, their supports and connectors 41

6.5.2 Design load for structures, insulators and connectors with tensile forces transmitted by insulator chains 41
6.5.3 Design load for foundations 42
7 The thermal effect on bare conductors 42
7.1 General 42
7.2 Calculation of thermal equivalent short-circuit current 42
7.3 Calculation of temperature rise and rated short-time withstand current density for conductors 43
7.4 Calculation of thermal short-time strength for different durations of the short-circuit 44
Annex A (normative) Equations for calculation of diagrams 46
Bibliography 51

Figure 1 – Factor k_{1s} for calculating the effective conductor distance 15
Figure 2 – Loading direction and bending axis for multiple conductor arrangements 18
Figure 3 – Factor e for the influence of connecting pieces in Equation (17) 24
Figure 4 – Factors V_F, $V_{\sigma m}$ and $V_{\sigma s}$ to be used with the three-phase and line-to-line short-circuits 25
Figure 5 – Factors V_{rm} and V_{rs} to be used with three-phase automatic reclosing 26
Figure 6 – Maximum swing out angle δ_{max} for a given maximum short-circuit duration T_{k1} 30
Figure 7 – Factor ψ for tensile force in flexible conductors 31
Figure 8 – Geometry of a dropper 33
Figure 9 – ν_2 as a function of ν_1 37
Figure 10 – $\nu_3 \cdot \sin \frac{\mathbf{180}^\circ}{\boldsymbol{n}}$ as a function of a_s/d 37
Figure 11 – ξ as a function of j and ε_{st} 38
Figure 12 – η as a function of j and ε_{st} 41
Figure 13 – Relation between rated short-circuit withstand current density (T_{kr} = 1 s) and conductor temperature 44

Table 1 – Effective distance a_s between sub-conductors for rectangular cross-section dimensions 16
Table 2 – Maximum possible values of $V_{\sigma m}V_{rm}$, $V_{\sigma s}V_{rs}$, $V_F V_{rm}$ 19
Table 3 – Factors α, β, γ for different busbar support arrangements 20
Table 4 – Factor q 22
Table 5 – Section moduli W_m of main conductors with two or more stiffening elements between two adjacent supports. The stiffening elements are black 22
Table 6 – Recommended highest temperatures for mechanically stressed conductors during a short-circuit 43

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SHORT-CIRCUIT CURRENTS – CALCULATION OF EFFECTS –

Part 1: Definitions and calculation methods

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 60865-1 has been prepared by IEC technical committee 73: Short-circuit currents.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1993. This edition constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- The determinations for automatic reclosure together with rigid conductors have been revised.
- The influence of mid-span droppers to the span has been included.
- For vertical cable-connection the displacement and the tensile force onto the lower fixing point may now be calculated.
- Additional recommendations for foundation loads due to tensile forces have been added.

- The subclause for determination of the thermal equivalent short-circuits current has been deleted (it is now part of IEC 60909-0).
- The regulations for thermal effects of electrical equipment have been deleted.
- The standard has been reorganized and some of the symbols have been changed to follow the conceptual characteristic of international standards.

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

CDV	Report on voting
73/152/CDV	73/153/RVC

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.

A list of all parts of the IEC 60865 series, under the general title, *Short-circuit currents – Calculation of effects* can be found on the IEC website.

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.

SHORT-CIRCUIT CURRENTS – CALCULATION OF EFFECTS –

Part 1: Definitions and calculation methods

1 Scope

This part of IEC 60865 is applicable to the mechanical and thermal effects of short-circuit currents. It contains procedures for the calculation of

– the electromagnetic effect on rigid conductors and flexible conductors,

– the thermal effect on bare conductors.

For cables and insulated conductors, reference is made, for example, to IEC 60949 and IEC 60986. For the electromagnetic and thermal effects in d.c. auxiliary installations of power plants and substations reference is made to IEC 61660-2.

Only a.c. systems are dealt with in this standard.

The following points should, in particular, be noted:

a) The calculation of short-circuit currents should be based on IEC 60909. For the determination of the greatest possible short-circuit current, additional information from other IEC standards may be referred to, e.g. details about the underlying circuitry of the calculation or details about current-limiting devices, if this leads to a reduction of the mechanical stress.

b) Short-circuit duration used in this standard depends on the protection concept and should be considered in that sense.

c) These standardized procedures are adjusted to practical requirements and contain simplifications which are conservative. Testing or more detailed methods of calculation or both may be used.

d) In Clause 5 of this standard, for arrangements with rigid conductors, only the stresses caused by short-circuit currents are calculated. Furthermore, other stresses can exist, e.g. caused by dead-load, wind, ice, operating forces or earthquakes. The combination of these loads with the short-circuit loading should be part of an agreement and/or be given by standards, e.g. erection-codes.

   The tensile forces in arrangements with flexible conductors include the effects of dead-load. With respect to the combination of other loads the considerations given above are valid.

e) The calculated loads are design loads and should be used as exceptional loads without any additional partial safety factor according to installation codes of, for example, IEC 61936-1 [1][1].

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60909 (all parts) *Short-circuit current calculation in three-phase a.c. systems*

---

1 Figures in square brackets refer to the bibliography.

IEC 60909-0, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

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

IEC 60986, *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 55
1 Domaine d'application 57
2 Références normatives 57
3 Termes, définitions, symboles et unités 58
3.1 Termes et définitions 58
3.2 Symboles et unités 60
4 Généralités 63
5 Installations comportant des conducteurs rigides 64
5.1 Généralités 64
5.2 Calcul des forces électromagnétiques 64
5.2.1 Calcul de la valeur de crête de la force entre les conducteurs principaux pendant un court-circuit triphasé 64
5.2.2 Calcul de la valeur de crête de la force entre les conducteurs principaux pendant un court-circuit biphasé 64
5.2.3 Calcul de la valeur de crête des forces entre sous-conducteurs coplanaires 65
5.3 Distance équivalente entre conducteurs principaux et entre sous-conducteurs 65
5.4 Calcul des contraintes dans les conducteurs rigides 67
5.4.1 Calcul des contraintes 67
5.4.2 Module de section et facteur q des conducteurs principaux composés de sous-conducteurs 68
5.4.3 Contrainte admissible dans un conducteur 71
5.5 Charges de structure résultant des conducteurs rigides 72
5.6 Prise en compte du réenclenchement automatique 72
5.7 Calcul tenant compte de l'oscillation des conducteurs 73
5.7.1 Généralités 73
5.7.2 Calcul de la fréquence propre appropriée 74
5.7.3 Facteurs V_{F}, $V_{\sigma\mathrm{m}}$, $V_{\sigma\mathrm{s}}$, V_{rm} et V_{rs} 74
6 Installations comportant des conducteurs souples 77
6.1 Généralités 77
6.2 Effets sur les conducteurs principaux horizontaux 78
6.2.1 Généralités 78
6.2.2 Dimensions et paramètres caractéristiques 78
6.2.3 Force de tension $F_{\mathrm{t,d}}$ pendant un court-circuit provoqué par une oscillation (force de tension de court-circuit) sans billette de support en milieu de portée 81
6.2.4 Modification dynamique de la flèche résultant de l'allongement du conducteur et de la déformation de la courbe du conducteur 82
6.2.5 Force de tension $F_{\mathrm{t,d}}$ pendant un court-circuit provoqué par une oscillation (force de tension de court-circuit) avec billette de support en milieu de portée 83
6.2.6 Force de tension $F_{\mathrm{f,d}}$ après un court-circuit provoqué par une chute (force de chute) 84
6.2.7 Déplacement horizontal de la portée b_{h} et distance minimale dans l'air a_{min} 85
6.3 Effets sur les conducteurs principaux verticaux (billettes de support) 85
6.4 Effets des conducteurs en faisceau 86

6.4.1 Dimensions et paramètres caractéristiques 86
6.4.2 Force de tension de $F_{pi,d}$ dans le cas de sous-conducteurs s'entrechoquant 89
6.4.3 Force de tension de $F_{pi,d}$ dans le cas de sous-conducteurs ne s'entrechoquant pas 90
6.5 Charges de structure résultant des conducteurs souples 92
6.5.1 Charge de conception pour les supports isolants, leurs supports et leurs connecteurs 92
6.5.2 Charge de conception pour les structures, les isolateurs et les connecteurs avec des forces de tension transmises par les chaînes d'isolateurs 93
6.5.3 Charge de conception pour les fondations 93
7 Effet thermique sur les conducteurs nus 93
7.1 Généralités 93
7.2 Calcul du courant de court-circuit équivalent thermique 93
7.3 Calcul de l'échauffement et de la densité de courant de tenue de courte durée assigné des conducteurs 94
7.4 Calcul de la résistance thermique de courte durée pour différentes durées de court-circuit 96
Annexe A (normative) Équations pour la détermination des schémas 97
Bibliographie 102

Figure 1 – Facteur k_{1s} pour le calcul de la distance équivalente des conducteurs 66
Figure 2 – Direction de la charge et axe de flexion dans le cas de dispositions à conducteurs multiples 69
Figure 3 – Facteur e pour l'influence des pièces de liaison dans l'Equation (17) 75
Figure 4 – Facteurs V_F, $V_{\sigma m}$ et $V_{\sigma s}$ à utiliser dans le cas de courts-circuits triphasés ou biphasés 76
Figure 5 – Facteurs V_{rm} et V_{rs} à utiliser dans le cas de réenclenchement automatique triphasé 77
Figure 6 – Angle d'oscillation maximal δ_{max} relatif à une durée de court-circuit maximale donnée T_{k1} 81
Figure 7 – Facteur ψ pour la force de tension des conducteurs souples 82
Figure 8 – Géométrie d'une billette de support 84
Figure 9 – Relation entre ν_2 et ν_1 88
Figure 10 – Relation entre ν_3 sin $\frac{180^\circ}{n}$ et a_s/d 88
Figure 11 – Relation entre ξ et j et ε_{st} 89
Figure 12 – Relation entre η et j ainsi que ε_{st} 92
Figure 13 – Relation entre la densité de courant de tenue de court-circuit assigné (T_{kr} = 1 s) et la température du conducteur 95

Tableau 1 – Distance équivalente entre sous-conducteurs, a_s pour des sections rectangulaires [a] 67
Tableau 2 – Valeurs maximales possibles de $V_{\sigma m}V_{rm}$, $V_{\sigma s}V_{rs}$, $V_F V_{rm}$ 70
Tableau 3 – Facteurs α, β, γ pour différentes dispositions de supports de jeux de barres 71
Tableau 4 – Facteur q 73

Tableau 5 – Modules de section W_m de conducteurs principau avec deux raidisseurs ou plus entre deux supports adjacents. Les raidisseurs sont représentés en noir 73

Tableau 6 – Températures maximales recommandées pour des conducteurs contraints mécaniquement pendant un court-circuit 94

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

COURANTS DE COURT-CIRCUIT – CALCUL DES EFFECTS –

Partie 1: Définitions et méthodes 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 608651-1 a été établie par comité d'études 73 de la CEI: Courants de court-circuit.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1993. Cette édition constitue une révision technique.

Les modifications principales par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- Les déterminations liées à la refermeture automatique ainsi qu'aux conducteurs rigides ont été révisées.
- L'influence des billettes de support en milieu de portée sur la portée a été incluse.

- Pour le raccordement de câbles verticaux, le déplacement et la force de traction sur le point de fixation le plus bas peuvent à présent être calculés.
- Des recommandations supplémentaires liées aux charges pour les fondations dues aux forces de traction ont été ajoutées.
- Le paragraphe relatif à la détermination du courant de court-circuit thermique équivalent a été supprimé (il fait à présent partie de la CEI 60909-0).
- Les régulations concernant les effets thermiques du matériel électrique ont été supprimées.
- La norme a été restructurée et certains symboles ont été modifiés afin de mieux correspondre aux caractéristiques conceptuelles des normes internationales.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
73/152/CDV	73/153/RVC

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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60865, présentées sous le titre général, *Courant de court-circuit – Calcul des effets*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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.

COURANTS DE COURT-CIRCUIT – CALCUL DES EFFECTS –

Partie 1: Définitions et méthodes de calcul

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60865 s'applique aux effets mécaniques et thermiques des courants de court-circuit. Elle contient les modes opératoires de calcul de:

– l'effet électromagnétique sur les conducteurs rigides et souples;

– l'effet thermique sur les conducteurs nus.

Pour les câbles et les conducteurs isolés, se référer par exemple à la CEI 60949 et à la CEI 60986. Pour les effets électromagnétiques et thermiques dans les installations auxiliaires alimentées en courant continu dans les centrales et les postes, il est fait référence à la CEI 61660-2.

Seuls les systèmes alimentés en courant alternatif sont abordés dans la présente norme.

Il convient de noter en particulier les points suivants:

a) Il convient que le calcul des courants de court-circuit se base sur la CEI 60909. Pour déterminer le courant de court-circuit le plus élevé possible, des informations supplémentaires issues d'autres normes CEI peuvent être prises en compte (les caractéristiques du circuit sous-jacent du calcul ou des dispositifs de limitation du courant, par exemple, si cela permet de réduire la contrainte mécanique).

b) 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.

c) Ces procédures normalisées sont adaptées aux exigences pratiques et contiennent des simplifications classiques. Des essais ou des méthodes de calcul plus détaillées peuvent être utilisés.

d) Dans l'Article 5 de la présente norme, dans le cas d'installations avec des conducteurs rigides, seules les contraintes provoquées par les courants de court-circuit sont calculées. De plus, d'autres contraintes peuvent exister (celles causées par les poids morts, le vent, la glace, les forces de fonctionnement, les séismes, par exemple). Il convient que la combinaison de ces charges avec celles provenant d'un court-circuit fasse l'objet d'un accord et/ou soit indiquée par des normes (des règles d'installation, par exemple).

   Les forces de tension dans les installations avec des conducteurs souples comprennent les effets des poids morts. En ce qui concerne la combinaison des autres charges, les considérations ci-dessus sont valables.

e) Les charges calculées sont des charges nominales, et il convient de les considérer comme des charges exceptionnelles sans coefficient partiel de sécurité supplémentaire conformément aux codes d'installation de la CEI 61936-1 [1][1], par exemple.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

---

1 Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

CEI 60909 (toutes parties), *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif*

CEI 60909-0, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 0: Calcul des courants*

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

CEI 60986, *Limites de température de court-circuit des câbles électriques de tension assignées de 6 kV (U_m = 7,2 kV) à 30 kV (U_m = 36 kV)*

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