

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
865-1**

Deuxième édition
Second edition
1993-09

**Courants de court-circuit –
Calcul des effets**

Partie 1:
Définitions et méthodes de calcul

**Short-circuit currents –
Calculation of effects**

Part 1:
Definitions and calculation methods

© CEI 1993 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 **XA**

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

C O R R I G E N D U M 1

Page 64, tableau 2

Dans la troisième colonne, pour un court-circuit biphasé, au lieu de:

1,8

lire:

- (un tiret)

Page 65, table 2

In the third column, for a line-to-line short circuit, instead of:

1,8

read:

- (dash)

Page 74, figure 2

Sur la gauche des dessins, ajouter:

a)

et b) respectivement.

Page 75, figure 2

Add, at the left-hand side of the drawings:

a)

and b) respectively.

Page 104, annexe A, article A.2

Remplacer la dernière ligne de l'équation existante par la nouvelle ligne suivante:

Page 105, annexe A, clause A.2

Replace the last line of the existing equation by the following new line:

$$2 \left(\arctan \frac{(a/d) + 1}{b/d} - 2 \arctan \frac{a/d}{b/d} + \arctan \frac{(a/d) - 1}{b/d} \right) \left\} \frac{a/d \cdot b/d}{6}$$

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Section 1: Généralités	
Articles	
1.1 Domaine d'application et objet	8
1.2 Références normatives	8
1.3 Equations, symboles et unités	10
1.3.1 Symboles relatifs à la section 2 – Effets électromagnétiques	10
1.3.2 Symboles relatifs à la section 3 – Effets thermiques	16
1.4 Définitions	18
1.4.1 Définitions relatives à la section 2 – Effets électromagnétiques	18
1.4.1.1 Conducteur principal	18
1.4.1.2 Sous-conducteur	18
1.4.1.3 Support encastré	18
1.4.1.4 Support simple	18
1.4.1.5 Pièce de liaison	18
1.4.1.6 Force de tension d'un court-circuit, F_t	18
1.4.1.7 Force de chute, F_f	18
1.4.1.8 Force de pincement, F_{pi}	20
1.4.1.9 Durée du premier passage du courant de court-circuit, T_{k1}	20
1.4.2 Définitions relative à la section 3 – Effets thermiques	20
1.4.2.1 Courant thermique équivalent de courte durée, I_{th}	20
1.4.2.2 Courant de tenue de courte durée assigné, I_{thr}	20
1.4.2.3 Densité du courant thermique équivalent de courte durée, S_{th}	20
1.4.2.4 Densité du courant de tenue de courte durée assigné, S_{thr} , pour les conducteurs	20
1.4.2.5 Durée du courant de court-circuit, T_k	20
1.4.2.6 Courte durée assignée, T_{kr}	20
Section 2: Effet électromagnétique sur les conducteurs rigides et les conducteurs souple	
2.1 Généralités	22
2.1.1 Influences sur la réduction des contraintes	22
2.1.2 Prise en compte du réenclenchement automatique	22
2.2 Installations comportant des conducteurs rigides	24
2.2.1 Calcul des forces électromagnétiques	24
2.2.1.1 Calcul de la valeur de crête de la force entre les conducteurs principaux pendant un court-circuit triphasé	24
2.2.1.2 Calcul de la valeur de crête de la force entre les conducteurs principaux pendant un court-circuit biphasé	24
2.2.1.3 Calcul de la valeur de crête des forces entre sous-conducteurs coplanaires	24
2.2.1.4 Distance équivalente entre conducteurs principaux et entre sous-conducteurs ...	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Section 1: General	
Clause	
1.1 Scope and object	9
1.2 Normative references	9
1.3 Equations, symbols and units	11
1.3.1 Symbols for section 2 – Electromagnetic effects	11
1.3.2 Symbols for section 3 – Thermal effects	17
1.4 Definitions	19
1.4.1 Definitions for section 2 – Electromagnetic effects	19
1.4.1.1 Main conductor	19
1.4.1.2 Sub-conductor	19
1.4.1.3 Fixed support	19
1.4.1.4 Simple support	19
1.4.1.5 Connecting piece	19
1.4.1.6 Short-circuit tensile force, F_t	19
1.4.1.7 Drop force, F_f	19
1.4.1.8 Pinch force, F_{pi}	21
1.4.1.9 Duration of the first short-circuit current flow, T_{k1}	21
1.4.2 Definitions for section 3 - Thermal effects	21
1.4.2.1 Thermal equivalent short-time current, I_{th}	21
1.4.2.2 Rated short-time withstand current, I_{thr}	21
1.4.2.3 Thermal equivalent short-time current density, S_{th}	21
1.4.2.4 Rated short-time withstand current density, S_{thr} , for conductors	21
1.4.2.5 Duration of short-circuit current, T_k	21
1.4.2.6 Rated short time, T_{kr}	21
Section 2: The electromagnetic effect on rigid conductors and flexible conductors	
2.1 General	23
2.1.1 Influence on stress reduction	23
2.1.2 Consideration of automatic reclosing	23
2.2 Rigid conductor arrangements	25
2.2.1 Calculation of electromagnetic forces	25
2.2.1.1 Calculation of peak force between the main conductors during a three-phase short circuit	25
2.2.1.2 Calculation of peak force between the main conductors during a line-to-line short circuit	25
2.2.1.3 Calculation of peak value of forces between coplanar sub-conductors	25
2.2.1.4 Effective distance between main conductors and between sub-conductors	27

Articles	Pages	
2.2.2	Calcul des contraintes dans les conducteurs rigides et des forces sur les supports	26
2.2.2.1	Généralités	26
2.2.2.2	Calcul des contraintes dans les conducteurs rigides	28
2.2.2.3	Module de section et facteur q des conducteurs principaux composés de sous-conducteurs	30
2.2.2.4	Contrainte admissible dans un conducteur	30
2.2.2.5	Calcul des forces exercées sur les supports de conducteurs rigides	32
2.2.2.6	Calcul tenant compte de l'oscillation des conducteurs	32
2.3	Installations comportant des conducteurs souples	36
2.3.1	Généralités	36
2.3.2	Effets sur le conducteur principal	36
2.3.2.1	Dimensions et paramètres caractéristiques	38
2.3.2.2	Force de tension F_t provoquée par une oscillation pendant un court-circuit (force de tension d'un court-circuit)	42
2.3.2.3	Force de tension F_f provoquée par une chute après un court-circuit (force de chute)	42
2.3.2.4	Déplacement horizontal de la portée b_n et distance minimale dans l'air a_{\min}	44
2.3.3	Force de tension F_{pi} provoquée par l'effet de pincement	46
2.3.3.1	Dimensions et paramètres caractéristiques	46
2.3.3.2	Force de tension F_{pi} dans le cas de sous-conducteurs s'entrechoquant	48
2.3.3.3	Force de tension F_{pi} dans le cas de sous-conducteurs ne s'entrechoquant pas ..	50
2.4	Charges de structure résultant des effets électromagnétiques	52
2.4.1	Charge de conception pour les supports isolants, leurs supports et leurs connecteurs	52
2.4.2	Charge de conception pour les structures, les isolateurs et les connecteurs, avec les forces de tension transmises par les chaînes d'isolateurs	54
2.4.3	Charges de conception pour les fondations	54

Section 3: Effets thermiques sur les conducteurs nus et sur le matériel électrique

3.1	Généralités	56
3.2	Calcul de l'échauffement	56
3.2.1	Généralités	56
3.2.2	Calcul du courant thermique équivalent de courte durée	56
3.2.3	Calcul de l'échauffement et de la densité du courant de tenue de courte durée assigné des conducteurs	58
3.2.4	Détermination de la résistance thermique au court-circuit pour différentes durées du courant de court-circuit	60
3.2.4.1	Matériel électrique	60
3.2.4.2	Conducteurs	60

TABLEAUX	62
----------	-------	----

FIGURES	72
---------	-------	----

ANNEXES

A	Equations pour la détermination des diagrammes	104
B	Procédure d'itération pour le calcul du facteur η pour la force de tension F_{pi} dans le cas de conducteurs en faisceaux ne s'entrechoquant pas, selon CEI 865, 2.3.3.3 équation (62)	114

Clause	Page
2.2.2 Calculation of stresses in rigid conductors and forces on supports	27
2.2.2.1 General	27
2.2.2.2 Calculation of stresses in rigid conductors	27
2.2.2.3 Section modulus and factor q of main conductors composed of sub-conductors	31
2.2.2.4 Permitted conductor stress	31
2.2.2.5 Calculation of forces on supports of rigid conductors	33
2.2.2.6 Calculation with special regard to conductor oscillation	33
2.3 Flexible conductor arrangements	37
2.3.1 General	37
2.3.2 Effects on main conductors	37
2.3.2.1 Characteristic dimensions and parameters	39
2.3.2.2 Tensile force F_t during short circuit caused by swing out (short-circuit tensile force)	43
2.3.2.3 Tensile force F_t after short circuit caused by drop (drop force)	43
2.3.2.4 Horizontal span displacement b_h and minimum air clearance a_{min}	45
2.3.3 Tensile force F_{pi} caused by the pinch effect	47
2.3.3.1 Characteristic dimensions and parameters	47
2.3.3.2 Tensile force F_{pi} in the case of clashing sub-conductors	49
2.3.3.3 Tensile force F_{pi} in the case of non-clashing sub-conductors	51
2.4 Structure loads due to electromagnetic effects	53
2.4.1 Design load for post insulators, their supports and connectors	53
2.4.2 Design load for structures, insulators and connectors, with tensile forces transmitted by insulator chains	55
2.4.3 Design load for foundations	55

Section 3: The thermal effect on bare conductors and electrical equipment

3.1 General	57
3.2 Calculation of temperature rise	57
3.2.1 General	57
3.2.2 Calculation of thermal equivalent short-time current	57
3.2.3 Calculation of temperature rise and rated short-time withstand current density for conductors	59
3.2.4 Calculation of the thermal short-circuit strength for different durations of the short-circuit current	61
3.2.4.1 Electrical equipment	61
3.2.4.2 Conductors	61
TABLES	63
FIGURES	73
ANNEXES	
A Equations for calculation of diagrams	105
B Iteration-procedure for calculation of factor η for the tensile force F_{pi} in the case of non-clashing bundled conductors according to IEC 865, 2.3.3.3 equation (62)	115

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COURANTS DE COURT-CIRCUIT – CALCUL DES EFFETS –

Partie 1: Définitions et méthodes de calcul

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 Norme internationale CEI 865-1 a été établie par le comité d'études 73 de la CEI: Courants de court-circuit.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1986 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
73(BC)16	73(BC)18

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

La CEI 865 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: Courants de court-circuit – Calcul des effets:

- Partie 1: 1993: Définitions et méthodes de calcul;
- Partie 2: 1994: Exemples de calcul (en préparation).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SHORT-CIRCUIT CURRENTS – CALCULATION OF EFFECTS –

Part 1: Definitions and calculation methods

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.

International Standard IEC 865-1 has been prepared by IEC technical committee 73: Short-circuit currents.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1986 and constitutes a technical revision.

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

DIS	Report on Voting
73(CO)16	73(CO)18

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

IEC 865 consists of the following parts, under the general title: Short-circuit currents – Calculation of effects:

- Part 1: 1993: Definitions and calculation methods;
- Part 2: 1994: Examples of calculation (in preparation).

COURANTS DE COURT-CIRCUIT – CALCUL DES EFFETS –

Partie 1: Définitions et méthodes de calcul

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux effets mécaniques et thermiques des courants de court-circuit. Elle comporte des procédures normalisées pour le calcul des effets des courants de court-circuit, réparties en deux sections comme suit:

- Section 2 - Effets électromagnétiques sur les conducteurs rigides et les conducteurs souples.
- Section 3 - Effets thermiques sur les conducteurs nus et le matériel électrique.

Pour les câbles et les conducteurs isolés se référer, par exemple, aux CEI 949 et CEI 986.

La présente norme ne traite que des réseaux à courant alternatif avec des tensions assignées jusqu'à 420 kV inclus.

Il convient de noter en particulier les points suivants:

- 1) Le calcul des courants de court-circuit est basé sur la CEI 909.
- 2) La durée de court-circuit utilisée dans cette norme dépend du concept de la protection et est considérée dans ce sens.
- 3) 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 utilisés.
- 4) Dans la section 2 de cette norme, dans le cas des installations avec des conducteurs rigides, 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, le vent, la glace, 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.

Les forces de tension dans le cas des 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.

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 Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes des 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. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

SHORT-CIRCUIT CURRENTS – CALCULATION OF EFFECTS –

Part 1: Definitions and calculation methods

Section 1: General

1.1 Scope and object

This International Standard is applicable to the mechanical and thermal effects of short-circuit currents. It contains standardized procedures for the calculation of the effects of the short-circuit currents in two sections as follows:

- Section 2 - The electromagnetic effect on rigid conductors and flexible conductors.
- Section 3 - The thermal effect on bare conductors and electrical equipment.

For cables and insulated conductors reference is made, for example, to IEC 949 and IEC 986.

Only a.c. systems for rated voltages up to and including 420 kV are dealt with in this standard.

The following points should particularly be noted:

- 1) The calculation of short-circuit currents should be based on IEC 909.
- 2) Short-circuit duration used in this standard depends on the protection concept and should be considered in that sense.
- 3) 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.
- 4) In section 2 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, earthquake. 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.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and 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. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

CEI 909: 1988, *Calcul des courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif*

CEI 949: 1988, *Calcul des courants de court-circuit admissibles au plan thermique, tenant compte des effets d'un échauffement non adiabatique*

CEI 986: 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*

IEC 909: 1988, *Short-circuit current calculation in three-phase a.c. systems.*

IEC 949: 1988, *Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects*

IEC 986: 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*