

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60909-0**

Première édition  
First edition  
2001-07

---

---

**Courants de court-circuit dans les réseaux  
triphasés à courant alternatif –**

**Partie 0:  
Calcul des courants**

**Short-circuit currents in three-phase  
a.c. systems –**

**Part 0:  
Calculation of currents**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60909-0:2001

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions 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.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/catlg-f.htm](http://www.iec.ch/catlg-f.htm)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

## Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/catlg-e.htm](http://www.iec.ch/catlg-e.htm)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60909-0**

Première édition  
First edition  
2001-07

---

---

**Courants de court-circuit dans les réseaux  
triphasés à courant alternatif –**

**Partie 0:  
Calcul des courants**

**Short-circuit currents in three-phase  
a.c. systems –**

**Part 0:  
Calculation of currents**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XB**

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	8
1 Généralités.....	12
1.1 Domaine d'application.....	12
1.2 Références normatives .....	14
1.3 Définitions .....	16
1.4 Symboles, indices inférieurs et supérieurs.....	24
1.4.1 Symboles .....	24
1.4.2 Indices inférieurs .....	28
1.4.3 Indices supérieurs .....	30
2 Caractéristiques des courants de court-circuit: méthode de calcul.....	30
2.1 Généralités .....	30
2.2 Hypothèses de calcul.....	34
2.3 Méthode de calcul .....	34
2.3.1 Source de tension équivalente au point de court-circuit .....	34
2.3.2 Application des composantes symétriques.....	40
2.4 Courants de court-circuit maximaux.....	44
2.5 Courants de court-circuit minimaux.....	46
3 Impédances de court-circuit des matériels électriques.....	46
3.1 Généralités .....	46
3.2 Réseaux d'alimentation.....	48
3.3 Transformateurs .....	50
3.3.1 Transformateurs à deux enroulements.....	50
3.3.2 Transformateurs à trois enroulements .....	52
3.3.3 Facteurs de correction d'impédance pour transformateurs de réseau à deux et trois enroulements.....	56
3.4 Lignes aériennes et câbles.....	58
3.5 Réactances de limitation de court-circuit.....	60
3.6 Machines synchrones .....	60
3.6.1 Alternateurs synchrones.....	60
3.6.2 Moteurs et compensateurs synchrones.....	64
3.7 Groupe de production.....	64
3.7.1 Groupes de production avec changeur de prise en charge.....	64
3.7.2 Groupe de production sans changeur de prise en charge.....	68
3.8 Moteurs asynchrones.....	70
3.8.1 Généralités.....	70
3.8.2 Contribution des moteurs asynchrones aux courants de court-circuit .....	72
3.9 Convertisseurs statiques .....	76
3.10 Capacités et charges non rotatives.....	76
4 Calcul des courants de court-circuit.....	78
4.1 Généralités .....	78
4.2 Courants de court-circuit symétrique initial $I_k''$ .....	82

## CONTENTS

FOREWORD.....	9
1 General.....	13
1.1 Scope.....	13
1.2 Normative references.....	15
1.3 Definitions.....	17
1.4 Symbols, subscripts and superscripts.....	25
1.4.1 Symbols.....	25
1.4.2 Subscripts.....	29
1.4.3 Superscripts.....	31
2 Characteristics of short-circuit currents: calculating method.....	31
2.1 General.....	31
2.2 Calculation assumptions.....	35
2.3 Method of calculation.....	35
2.3.1 Equivalent voltage source at the short-circuit location.....	35
2.3.2 Application of symmetrical components.....	41
2.4 Maximum short-circuit currents.....	45
2.5 Minimum short-circuit currents.....	47
3 Short-circuit impedances of electrical equipment.....	47
3.1 General.....	47
3.2 Network feeders.....	49
3.3 Transformers.....	51
3.3.1 Two-winding transformers.....	51
3.3.2 Three-winding transformers.....	53
3.3.3 Impedance correction factors for two- and three-winding network transformers.....	57
3.4 Overhead lines and cables.....	59
3.5 Short-circuit limiting reactors.....	61
3.6 Synchronous machines.....	61
3.6.1 Synchronous generators.....	61
3.6.2 Synchronous compensators and motors.....	65
3.7 Power station unit.....	65
3.7.1 Power station units with on-load tap-changer.....	65
3.7.2 Power station units without on-load tap-changer.....	69
3.8 Asynchronous motors.....	71
3.8.1 General.....	71
3.8.2 Contribution to short-circuit currents by asynchronous motors.....	73
3.9 Static converters.....	77
3.10 Capacitors and non-rotating loads.....	77
4 Calculation of short-circuit currents.....	79
4.1 General.....	79
4.2 Initial symmetrical short-circuit current $I_k''$ .....	83

4.2.1	Courts-circuits triphasés.....	82
4.2.2	Courts-circuits biphasés .....	94
4.2.3	Courts-circuits biphasés à la terre .....	98
4.2.4	Courts-circuits monophasés .....	100
4.3	Valeur de crête du courant de court-circuit $i_p$ .....	100
4.3.1	Courts-circuits triphasés.....	100
4.3.2	Courts-circuits biphasés .....	104
4.3.3	Courts-circuits biphasés à la terre .....	104
4.3.4	Courts-circuits monophasés .....	106
4.4	Composante continue des courants de court-circuit .....	106
4.5	Courant de court-circuit symétrique coupé $I_b$ .....	106
4.5.1	Courts-circuits éloignés d'un alternateur .....	106
4.5.2	Courts-circuits proches d'un alternateur .....	108
4.6	Courant de court-circuit permanent $I_k$ .....	116
4.6.1	Courts-circuits triphasés d'un alternateur ou d'un groupe de production .....	116
4.6.2	Courts-circuits triphasés dans les réseaux non maillés .....	120
4.6.3	Courts-circuits triphasés dans les réseaux maillés .....	122
4.6.4	Courts-circuits dissymétriques .....	122
4.6.5	Courts-circuits de transformateur du côté basse tension, si une phase est ouverte côté haute tension.....	124
4.7	Courts-circuits aux bornes des moteurs asynchrones .....	126
4.8	Intégrale de Joule et courant de court-circuit thermique équivalent.....	128
Annexe A (normative) Equations pour calculer les facteurs $m$ et $n$ .....		136
Figure 1 – Courant relatif à un court-circuit éloigné de tout alternateur avec composante alternative constante (tracé schématique).....		30
Figure 2 – Courant relatif à un court-circuit proche d'un alternateur avec composante alternative décroissante (tracé schématique) .....		32
Figure 3 – Caractérisation des courts-circuits et de leurs courants.....		36
Figure 4 – Illustration du calcul du courant de court-circuit symétrique initial $I_k''$ suivant la procédure de la source de tension équivalente .....		38
Figure 5 – Impédances de court-circuit d'un réseau alternatif triphasé au point F de court-circuit .....		42
Figure 6 – Schéma du réseau et schéma de circuit équivalent pour réseaux d'alimentation .....		48
Figure 7 – Transformateur à trois enroulements (exemple).....		54
Figure 8 – Schéma de phase d'un alternateur synchrone aux conditions assignées.....		62
Figure 9 – Exemple illustrant l'estimation de la contribution des moteurs asynchrones rapportée au courant de court-circuit total.....		74
Figure 10 – Schéma pour déterminer le type de court-circuit (figure 3) pour le courant de court-circuit le plus élevé rapporté au courant de court-circuit triphasé symétrique au point de court-circuit lorsque les angles d'impédance des impédances séquentielles $Z_{(1)}$ , $Z_{(2)}$ , $Z_{(0)}$ sont identiques.....		80
Figure 11 – Exemples de courts-circuits à alimentation unique.....		84
Figure 12 – Exemple de réseau non maillé .....		88

4.2.1	Three-phase short circuit.....	83
4.2.2	Line-to-line short circuit.....	95
4.2.3	Line-to-line short circuit with earth connection.....	99
4.2.4	Line-to-earth short circuit.....	101
4.3	Peak short-circuit current $i_p$ .....	101
4.3.1	Three-phase short circuit.....	101
4.3.2	Line-to-line short circuit.....	105
4.3.3	Line-to-line short circuit with earth connection.....	105
4.3.4	Line-to-earth short circuit.....	107
4.4	DC component of the short-circuit current.....	107
4.5	Symmetrical short-circuit breaking current $I_b$ .....	107
4.5.1	Far-from-generator short circuit.....	107
4.5.2	Near-to-generator short circuit.....	109
4.6	Steady-state short-circuit current $I_k$ .....	117
4.6.1	Three-phase short circuit of one generator or one power station unit.....	117
4.6.2	Three-phase short circuit in non-meshed networks.....	121
4.6.3	Three-phase short circuit in meshed networks.....	123
4.6.4	Unbalanced short circuits.....	123
4.6.5	Short circuits at the low-voltage side of transformers, if one line conductor is interrupted at the high-voltage side.....	125
4.7	Terminal short circuit of asynchronous motors.....	127
4.8	Joule integral and thermal equivalent short-circuit current.....	129
Annex A (normative) Equations for the calculation of the factors $m$ and $n$ .....		137
Figure 1 – Short-circuit current of a far-from-generator short circuit with constant a.c. component (schematic diagram).....		31
Figure 2 – Short-circuit current of a near-to-generator short circuit with decaying a.c. component (schematic diagram).....		33
Figure 3 – Characterization of short circuits and their currents.....		37
Figure 4 – Illustration for calculating the initial symmetrical short-circuit current $I_k''$ in compliance with the procedure for the equivalent voltage source.....		39
Figure 5 – Short-circuit impedances of a three-phase a.c. system at the short-circuit location F.....		43
Figure 6 – System diagram and equivalent circuit diagram for network feeders.....		49
Figure 7 – Three-winding transformer (example).....		55
Figure 8 – Phasor diagram of a synchronous generator at rated conditions.....		63
Figure 9 – Example for the estimation of the contribution from the asynchronous motors in relation to the total short-circuit current.....		75
Figure 10 – Diagram to determine the short-circuit type (figure 3) for the highest short-circuit current referred to the symmetrical three-phase short-circuit current at the short-circuit location when the impedance angles of the sequence impedances $Z_{(1)}$ , $Z_{(2)}$ , $Z_{(0)}$ are identical.....		81
Figure 11 – Examples of single-fed short circuits.....		85
Figure 12 – Example of a non-meshed network.....		89