S+ IEC 60909-3

Edition 3.0 2009-03

IEC STANDARDS+

colour inside

Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth

Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 3: Courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre



S+ IEC 60909-3:2009



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.
If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.
Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub
The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.
- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.
- Electropedia: www.electropedia.org
The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.
- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm
Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.
- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub
Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.
- Electropedia: www.electropedia.org
Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.
- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

S+ IEC 60909-3

Edition 3.0 2009-03

IEC STANDARDS+

Contains the International Standard and its Redline version
Contient la Norme internationale et sa version Redline

colour inside

Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth

Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 3: Courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX RE

ICS 17.220.01; 29.240.20

ISBN 978-2-88910-328-7

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

IEC 60909-3

Edition 3.0 2009-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth

Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 3: Courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre



IEC 60909-3:2009

CONTENTS

FOREWORD 5
1 Scope and object 7
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 8
4 Symbols 10
5 Calculation of currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits 12
5.1 Initial symmetrical short-circuit current 12
5.1.1 Determination of $\underline{\boldsymbol{M}}_{(1)}$ and $\underline{\boldsymbol{M}}_{(2)}$ 12
5.1.2 Simple cases of two separate simultaneous line-to-earth short circuits 13
5.2 Peak short-circuit current, symmetrical short circuit breaking current and steady-state short-circuit current 13
5.3 Distribution of the currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits 14
6 Calculation of partial short-circuit currents flowing through earth in case of an unbalanced short circuit 14
6.1 General 14
6.2 Line-to-earth short circuit inside a station 15
6.3 Line-to-earth short circuit outside a station 16
6.4 Line-to-earth short circuit in the vicinity of a station 18
6.4.1 Earth potential $\underline{U}_{\mathrm{ET}n}$ at the tower n outside station B 19
6.4.2 Earth potential of station B during a line-to earth short circuit at the tower n 19
7 Reduction factor for overhead lines with earth wires 20
8 Calculation of current distribution and reduction factor in case of cables with metallic sheath or shield earthed at both ends 21
8.1 Overview 21
8.2 Three-core cable 22
8.2.1 Line-to-earth short circuit in station B 22
8.2.2 Line-to-earth short circuit on the cable between station A and station B 23
8.3 Three single-core cables 26
8.3.1 Line-to-earth short circuit in station B 26
8.3.2 Line-to-earth short circuit on the cable between station A and station B 26
Annex A (informative) Example for the calculation of two separate simultaneous line-to-earth short-circuit currents 30
Annex B (informative) Examples for the calculation of partial short-circuit currents through earth 33
Annex C (informative) Example for the calculation of the reduction factor r_1 and the current distribution through earth in case of a three-core cable 43
Annex D (informative) Example for the calculation of the reduction factor r_3 and the current distribution through earth in case of three single-core cables 48

Figure 1 – Driving point impedance $\underline{Z}_P$ of an infinite chain, composed of the earth wire impedance $\underline{Z}_Q = \underline{Z}'_Q d_T$ and the footing resistance R_T of the towers, with equal distances d_T between the towers 9

Figure 2 – Driving point impedance $\underline{Z}_{Pn}$ of a finite chain with n towers, composed of the earth wire impedance $\underline{\boldsymbol{Z}}_{\mathbf{Q}} = \underline{\boldsymbol{Z}}'_{\mathbf{Q}} d_T$, the footing resistance R_T of the towers, with equal distances d_T between the towers and the earthing impedance $\underline{Z}_{EB}$ of station B from Equation (29) 10

Figure 3 – Characterisation of two separate simultaneous line-to earth short circuits and the currents I''_{kEE} 12

Figure 4 – Partial short-circuit currents in case of a line-to-earth short circuit inside station B 15

Figure 5 – Partial short-circuit currents in case of a line-to-earth short circuit at a tower T of an overhead line 16

Figure 6 – Distribution of the total current to earth $\underline{\boldsymbol{I}}_{ETtot}$ 17

Figure 7 – Partial short–circuit currents in the case of a line-to-earth short circuit at a tower n of an overhead line in the vicinity of station B 18

Figure 8 – Reduction factor r for overhead lines with non-magnetic earth wires depending on soil resistivity ρ 21

Figure 9 – Reduction factor of three-core power cables 23

Figure 10 – Reduction factors for three single-core power cables 27

Figure A.1 – Two separate simultaneous line-to-earth short circuits on a single fed overhead line (see Table 1) 30

Figure B.1 – Line-to-earth short circuit inside station B – System diagram for stations A, B and C 34

Figure B.2 – Line-to-earth short circuit inside station B – Positive-, negative- and zero-sequence systems with connections at the short-circuit location F within station B 34

Figure B.3 – Line-to-earth short circuit outside stations B and C at the tower T of an overhead line – System diagram for stations A, B and C 36

Figure B.4 – Line-to-earth short circuit outside stations B and C at the tower T of an overhead line – Positive-, negative- and zero-sequence systems with connections at the short-circuit location F 37

Figure B.5 – Earth potentials $u_{ETn} = U_{Etn}/U_{ET}$ with U_{ET} = 1,912 kV and $u_{EBn} = U_{Ebn}/U_{EB}$ with U_{EB} = 0,972 kV, if the line-to-earth short circuit occurs at the towers n = 1, 2, 3, ... in the vicinity of station B 42

Figure C.1 – Example for the calculation of the cable reduction factor and the current distribution through earth in a 10-kV-network, U_n = 10 kV; c = 1,1; f = 50 Hz 44

Figure C.2 – Short-circuit currents and partial short-circuit currents through earth for the example in Figure C.1 45

Figure C.3 – Example for the calculation of current distribution in a 10-kV-network with a short circuit on the cable between A and B (data given in C.2.1 and Figure C.1) 46

Figure C.4 – Line-to-earth short-circuit currents, partial currents in the shield and partial currents through earth 47

Figure D.1 – Example for the calculation of the reduction factor and the current distribution in case of three single-core cables and a line-to-earth short circuit in station B 49

Figure D.2 – Positive-, negative- and zero-sequence system of the network in Figure D.1 with connections at the short-circuit location (station B) 50

Figure D.3 – Current distribution for the network in Figure D.1, depending on the length, ℓ, of the single-core cables between the stations A and B 51

Figure D.4 – Example for the calculation of the reduction factors r_3 and the current distribution in case of three single-core cables and a line-to-earth short circuit between the stations A and B 52

Figure D.5 – Positive-, negative- and zero-sequence system of the network in Figure D.4 with connections at the short-circuit location (anywhere between the stations A and B) 52

Figure D.6 – Current distribution for the cable in Figure D.4 depending on ℓ_A, $R_{EF} \to \infty$ 54

Figure D.7 – Current distribution for the cable in Figure D.4 depending on ℓ_A, R_{EF} = 5 Ω 56

Table 1 – Calculation of initial line-to-earth short-circuit currents in simple cases 13

Table 2 – Resistivity of the soil and equivalent earth penetration depth 20

Table C.1 – Results for the example in Figure C.1 45

Table C.2 – Results for the example in Figure C.3, $\ell = 5$ km 47

Table C.3 – Results for the example in Figure C.3, $\ell = 10$ km 47

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SHORT-CIRCUIT CURRENTS IN THREE-PHASE AC SYSTEMS –

Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
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 60909-3 has been prepared by IEC technical committee 73: Short-circuit currents.

This International Standard is to be read in conjunction with IEC 60909-0.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2003. This edition constitutes a technical revision.

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

– New procedures are introduced for the calculation of reduction factors of the sheaths or shields and in addition the current distribution through earth and the sheaths or shields of three-core cables or of three single-core cables with metallic non-magnetic sheaths or shields earthed at both ends;
– The information for the calculation of the reduction factor of overhead lines with earth wires are corrected and given in the new Clause 7;

– A new Clause 8 is introduced for the calculation of current distribution and reduction factor of three-core cables with metallic sheath or shield earthed at both ends;

– The new Annexes C and D provide examples for the calculation of reduction factors and current distribution in case of cables with metallic sheath and shield earthed at both ends.

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

FDIS	Report on voting
73/148/FDIS	73/149/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 60909 series, published under the general title *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

The contents of the corrigendum of September 2013 have been included in this copy.

SHORT-CIRCUIT CURRENTS IN THREE-PHASE AC SYSTEMS –

Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth

1 Scope and object

This part of IEC 60909 specifies procedures for calculation of the prospective short-circuit currents with an unbalanced short circuit in high-voltage three-phase a.c. systems operating at nominal frequency 50 Hz or 60 Hz, i. e.:

a) currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits in isolated neutral or resonant earthed neutral systems;

b) partial short-circuit currents flowing through earth in case of single line-to-earth short circuit in solidly earthed or low-impedance earthed neutral systems.

The currents calculated by these procedures are used when determining induced voltages or touch or step voltages and rise of earth potential at a station (power station or substation) and the towers of overhead lines.

Procedures are given for the calculation of reduction factors of overhead lines with one or two earth wires.

The standard does not cover:

a) short-circuit currents deliberately created under controlled conditions as in short circuit testing stations, or

b) short-circuit currents in the electrical installations on board ships or aeroplanes, or

c) single line-to-earth fault currents in isolated or resonant earthed systems.

The object of this standard is to establish practical and concise procedures for the calculation of line-to-earth short-circuit currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents through earth, earth wires of overhead lines and sheaths or shields of cables leading to conservative results with sufficient accuracy. For this purpose, the short-circuit currents are determined by considering an equivalent voltage source at the short-circuit location with all other voltage sources set to zero. Resistances of earth grids in stations or footing resistances of overhead line towers are neglected, when calculating the short-circuit currents at the short-circuit location.

This standard is an addition to IEC 60909-0. General definitions, symbols and calculation assumptions refer to that publication. Special items only are defined or specified in this standard.

The calculation of the short-circuit currents based on the rated data of the electrical equipment and the topological arrangement of the system has the advantage of being possible both for existing systems and for systems at the planning stage. The procedure is suitable for determination by manual methods or digital computation. This does not exclude the use of special methods, for example the super-position method, adjusted to particular circumstances, if they give at least the same precision.

As stated in IEC 60909-0, short-circuit currents and their parameters may also be determined by system tests.

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 60909-0:2001, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC/TR 60909-2:2008, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1
two separate simultaneous line-to earth short circuits
line-to-earth short circuits at different locations at the same time on different conductors of a three-phase a.c. network having a resonant earthed or an isolated neutral

3.2
initial short-circuit currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits I''_{kEE}
r.m.s value of the initial short-circuit currents flowing at both short-circuit locations with the same magnitude

3.3
partial short-circuit current through earth $I_{E\delta}$
r.m.s. value of the current flowing through earth in a fictive line in the equivalent earth penetration depth δ

NOTE In case of overhead lines remote from the short-circuit location and the earthing system of a station, where the distribution of the current between earthed conductors and earth is nearly constant, the current through earth depends on the reduction factor of the overhead line (Figures 4 and 5). In case of cables with metallic sheaths or shields, earthed at both ends in the stations A and B, current through earth between the stations A and B (Figures 9a) and 10a)), respectively between the short-circuit location and the stations A or B (Figures 9b) and 10b)).

3.4
total current to earth I_{ETtot} at the short-circuit location on the tower T of an overhead line
r. m. s. value of the current flowing to earth through the footing resistance of an overhead line tower far away from a station connected with the driving point impedances of the overhead line at both sides, see Figure 5

3.5
total current to earth I_{EBtot} at the short-circuit location in the station B
r.m.s. value of the current flowing to earth through the earthing system of a station B (power station or substation) with connected earthed conductors (earth wires of overhead lines or sheaths or shields or armouring of cables or other earthed conductors as for instance metallic water pipes), see Figure 4

3.6
current to earth I_{ETn}
r.m.s. value of the current flowing to earth causing the potential rise at an overhead line tower n in the vicinity of a station

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 61
1 Domaine d'application et objet 63
2 Références normatives 64
3 Termes et définitions 64
4 Symboles 67
5 Calcul des courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre 69
5.1 Courant de court-circuit symétrique initial 69
5.1.1 Détermination de $\underline{\boldsymbol{M}}_{(1)}$ et $\underline{\boldsymbol{M}}_{(2)}$ 70
5.1.2 Exemples simples de deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre 70
5.2 Valeur de crête du courant de court-circuit, courant de court-circuit symétrique coupé et courant de court-circuit permanent 71
5.3 Répartition des courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre 71
6 Calcul des courants de court-circuit partiels s'écoulant par la terre dans le cas d'un court-circuit déséquilibré 72
6.1 Généralités 72
6.2 Court-circuit monophasé à la terre dans un poste 72
6.3 Court-circuit monophasé à la terre en dehors d'un poste 74
6.4 Court-circuit monophasé à la terre au voisinage d'un poste 76
6.4.1 Potentiel de terre $\underline{U}_{\mathrm{ETn}}$ sur le pylône n en dehors du poste B 76
6.4.2 Potentiel de terre du poste B pendant un court-circuit monophasé à la terre sur le pylône n 77
7 Facteur de réduction pour les lignes aériennes avec câbles de garde 77
8 Calcul de la répartition du courant et du facteur de réduction dans le cas de câbles avec gaine ou écran métallique mis à la terre à chaque extrémité 79
8.1 Aperçu 79
8.2 Câble à trois conducteurs 80
8.2.1 Court-circuit monophasé à la terre dans le poste B 80
8.2.2 Court-circuit monophasé à la terre sur le câble entre le poste A et le poste B 81
8.3 Trois câbles monoconducteurs 84
8.3.1 Court-circuit monophasé à la terre au poste B 84
8.3.2 Court-circuit monophasé à la terre sur le câble entre le poste A et le poste B 84
Annexe A (informative) Exemple de calcul de deux courants de court-circuit monophasés simultanés séparés à la terre 89
Annexe B (informative) Exemples de calcul des courants de courts-circuits partiels par la terre 92
Annexe C (informative) Exemple de calcul du facteur de réduction r_1 et de la répartition du courant par la terre dans le cas d'un câble à trois conducteurs 102
Annexe D (informative) Exemple de calcul du facteur de réduction r_3 et de la répartition du courant par la terre dans le cas de trois câbles monoconducteurs 108

Figure 1 – Impédance d'entrée $\underline{Z}_P$ d'une chaîne infinie, constituée par l'impédance du câble de garde $\underline{Z}_Q = \underline{Z}'_Q d_T$ et la résistance de pied des pylônes R_T, séparées par des distances identiques d_T entre les pylônes 66

Figure 2 – Impédance d'entrée $\underline{Z}_{Pn}$ d'une chaîne finie de n pylônes, constituée par l'impédance du câble de garde $\underline{\boldsymbol{Z}}_{\mathbf{Q}} = \underline{\boldsymbol{Z}}'_{\mathbf{Q}} d_{\mathbf{T}}$, et la résistance du pied des pylônes R_T, avec des distances identiques d_T entre les pylônes et l'impédance de terre $\underline{Z}_{EB}$ d'un poste B, obtenue à partir de l'Equation (29) 67

Figure 3 – Représentation de deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et des courants $I''_{\mathbf{kEE}}$ 69

Figure 4 – Courants de court-circuit partiels dans le cas d'un court-circuit monophasé à la terre dans le poste B 72

Figure 5 – Courants de court-circuit partiels dans le cas d'un court-circuit monophasé à la terre sur un pylône T d'une ligne aérienne 74

Figure 6 – Répartition du courant total de terre $\underline{\boldsymbol{I}}_{ETtot}$ 75

Figure 7 – Courants de court-circuit partiels dans le cas d'un court-circuit monophasé à la terre sur un pylône n d'une ligne aérienne au voisinage d'un poste B 76

Figure 8 – Facteur de réduction r pour les lignes aériennes avec câbles de garde non magnétiques dépendant de la résistivité du sol ρ 79

Figure 9 – Facteur de réduction de câbles d'alimentation à trois conducteurs 81

Figure 10 – Facteurs de réduction de trois câbles d'alimentation monoconducteurs 86

Figure A.1 – Deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre sur une seule ligne aérienne alimentée (voir Tableau 1) 89

Figure B.1 – Court-circuit monophasé à la terre dans le poste B – Schéma du réseau avec les postes A, B et C 93

Figure B.2 – Court-circuit monophasé à la terre dans le poste B – Systèmes directs, inverses et homopolaires avec les connexions à l'emplacement F du court-circuit à l'intérieur du poste B 93

Figure B.3 – Court-circuit monophasé à la terre en dehors des postes B et C, sur le pylône T d'une ligne aérienne – Schéma du réseau avec les postes A, B et C 96

Figure B.4 – Court-circuit monophasé à la terre en dehors des postes B et C sur le pylône T d'une ligne aérienne – Systèmes directs, inverses et homopolaires avec les connexions à l'emplacement F du court-circuit 96

Figure B.5 – Potentiels de terre $u_{ETn} = U_{Etn}/U_{ET}$ avec U_{ET} = 1,912 kV et $u_{EBn} = U_{Ebn}/U_{EB}$ avec U_{EB} = 0,972 kV, si le court-circuit monophasé à la terre se produit sur les pylônes n = 1, 2, 3, ... au voisinage du poste B 101

Figure C.1 – Exemple de calcul du facteur de réduction des câbles et de la répartition du courant par la terre dans un réseau de 10 kV, U_n = 10 kV; c =1,1; f = 50 Hz 103

Figure C.2 – Courants de court-circuit et courants de court-circuit partiels s'écoulant par la terre, pour l'exemple illustré à la Figure C.1 105

Figure C.3 – Exemple de calcul de la répartition du courant dans un réseau de 10 kV avec un court-circuit sur le câble entre A et B (données fournies en C.2.1 et à la Figure C.1) 105

Figure C.4 – Courants de court-circuit monophasés à la terre, courants partiels s'écoulant dans l'écran et courants partiels s'écoulant par la terre 106

Figure D.1 – Exemple de calcul du facteur de réduction et de répartition du courant dans le cas de trois câbles monoconducteurs et d'un court-circuit monophasé à la terre au poste B 109

Figure D.2 – Systèmes directs, inverses et homopolaires du réseau illustré à la Figure D.1 avec les connexions à l'emplacement du court-circuit (poste B) 110

Figure D.3 – Répartition du courant pour le réseau illustré à la Figure D.1, selon la longueur, ℓ, des câbles monoconducteurs entre les postes A et B 111

Figure D.4 – Exemple de calcul des facteurs de réduction r_3 et de répartition du courant dans le cas de trois câbles monoconducteurs et d'un court-circuit monophasé à la terre entre les postes A et B 112

Figure D.5 – Systèmes directs, inverses et homopolaires du réseau illustré à la Figure D.4 avec les connexions à l'emplacement du court-circuit (en tout point entre les postes A et B) 113

Figure D.6 – Répartition du courant pour le câble illustré à la Figure D.4 selon ℓ_A, $R_{EF} \to \infty$ 115

Figure D.7 – Répartition du courant pour le câble illustré à la Figure D.4 selon ℓ_A, R_{EF} = 5 Ω 117

Tableau 1 – Calcul des courants initiaux de courts-circuits monophasés à la terre dans les cas simples 70

Tableau 2 – Résistivité du sol et profondeur équivalente de pénétration dans la terre 78

Tableau C.1 – Résultats pour l'exemple illustré à la Figure C.1 104

Tableau C.2 – Résultats pour l'exemple illustré à la Figure C.3, $\ell = 5$km 106

Tableau C.3 – Résultats pour l'exemple illustré à la Figure C.3, $\ell = 10$ km 107

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COURANTS DE COURT-CIRCUIT DANS LES RÉSEAUX TRIPHASÉS À COURANT ALTERNATIF –

Partie 3: Courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
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 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 60909-3 a été établie par le comité d'études 73 de la CEI: Courants de court-circuit.

Cette Norme internationale doit être lue conjointement avec la CEI 60909-0.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2003. Cette édition constitue une révision technique.

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

- De nouvelles procédures sont fournies pour le calcul des facteurs de réduction des gaines ou des écrans, ainsi que pour la répartition du courant par la terre et les gaines ou les

écrans des câbles à trois conducteurs ou de trois câbles monoconducteurs avec gaines ou écrans non magnétiques métalliques mis à la terre à chaque extrémité;

- Les informations pour le calcul du facteur de réduction pour lignes aériennes avec câbles de garde sont corrigées et fournies en un nouvel Article 7;
- Un nouvel Article 8 est introduit pour le calcul de la répartition du courant et du facteur de réduction des câbles avec gaine ou écran métallique, mis à la terre à chaque extrémité;
- Les nouvelles Annexes C et D donnent des exemples pour le calcul des facteurs de réduction et de la répartition du courant dans le cas de câbles avec gaine ou écran métallique, mis à la terre à chaque extrémité.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
73/148/FDIS	73/149/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60909, présentées sous le titre général *Courant de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif*, 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 maintenance 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.

Le contenu du corrigendum de septembre 2013 a été pris en considération dans cet exemplaire.

COURANTS DE COURT-CIRCUIT DANS LES RÉSEAUX TRIPHASÉS À COURANT ALTERNATIF –

Partie 3: Courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60909 spécifie les procédures applicables au calcul des valeurs présumées des courants de court-circuit lors d'un court-circuit déséquilibré dans les réseaux triphasés à haute tension à courant alternatif fonctionnant à une fréquence nominale de 50 Hz ou 60 Hz, c'est-à-dire:

a) les courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre dans les réseaux à neutre isolé ou mis à la terre par une bobine d'extinction;

b) les courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre, dans le cas d'un seul court-circuit monophasé à la terre dans les réseaux à neutre mis à la terre directement ou par une faible impédance.

Les courants calculés suivant ces procédures sont utilisés pour la détermination des tensions induites ou des tensions de contact ou de pas, et de la montée du potentiel de terre d'un poste (groupe de production, poste), ainsi que les pylônes des lignes aériennes.

Des procédures de calcul des facteurs de réduction des lignes aériennes avec un ou deux câbles de garde sont fournies.

La norme ne couvre pas:

a) les courants de court-circuit provoqués délibérément de façon contrôlée, comme dans les stations d'essai en court-circuit, ou

b) les courants de court-circuit dans les installations électriques à bord des navires ou des avions, ou

c) les défauts simples monophasés à la terre dans les réseaux à neutre isolé ou mis à la terre par une bobine d'extinction.

L'objet de la présente norme est d'établir des procédures pratiques et concises pour le calcul des courants de court-circuit à la terre durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et des courants de court-circuit partiels s'écoulant par la terre, les câbles de garde de lignes aériennes et les gaines ou écrans de câbles, donnant des résultats prudents (sûrs) et d'une précision suffisante. A cet effet, les courants de court-circuit sont déterminés en utilisant une source de tension équivalente appliquée à l'emplacement du court-circuit, toutes les autres sources de tension étant mises à zéro. Le calcul des courants de court-circuit à l'emplacement du court-circuit ne tient compte ni des résistances des réseaux de terre aux postes, ni des résistances des pieds des pylônes des lignes aériennes.

La présente norme est un complément de la CEI 60909-0. Les définitions générales, symboles et hypothèses de calcul se réfèrent à cette publication. Seuls des éléments particuliers sont définis ou spécifiés dans la présente norme.

Le calcul des courants de court-circuit sur la base des caractéristiques assignées du matériel électrique et de la disposition topologique du réseau présente l'avantage d'être possible aussi bien pour les réseaux existants que pour les réseaux au stade de la conception. La procédure est applicable à une détermination par des méthodes manuelles ou par le calcul numérique. Ceci n'exclut pas l'utilisation de méthodes particulières, par exemple la méthode de

superposition, adaptées à des circonstances particulières, si elles donnent au moins la même précision.

Comme indiqué dans la CEI 60909-0, les courants de court-circuit et leurs paramètres peuvent aussi être déterminés par des essais du réseau.

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).

CEI 60909-0:2001, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 0: Calcul des courants*

CEI/TR 60909-2:2008, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations* (disponible uniquement en anglais)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1
deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre
courts-circuits monophasés à la terre se produisant simultanément en des emplacements distincts et sur des conducteurs de phase distinctes d'un réseau triphasé à courant alternatif dont le neutre est isolé ou mis à la terre par une bobine d'extinction

3.2
courants de court-circuit initiaux durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre I''_{kEE}
valeur efficace des courants de court-circuit initiaux s'écoulant avec la même amplitude aux deux emplacements de court-circuit

3.3
courant de court-circuit partiel à travers la terre $I_{E\delta}$
valeur efficace du courant s'écoulant par la terre dans une ligne factice ayant la profondeur équivalente de pénétration dans la terre δ .

NOTE Dans le cas de lignes aériennes distantes de l'emplacement du court-circuit et du réseau de terre d'un poste, où la répartition du courant entre les conducteurs mis à la terre et la terre est presque constante, le courant s'écoulant par la terre dépend du facteur de réduction de la ligne aérienne (Figures 4 et 5). Dans le cas de câbles avec gaines ou écrans métalliques, mis à la terre à chaque extrémité aux postes A et B, il s'agit du courant s'écoulant par la terre entre les postes A et B (Figures 9a) et 10a)), respectivement entre l'emplacement du court-circuit et les postes A ou B (Figures 9b) et 10b))

3.4
courant à la terre total I_{ETtot} à l'emplacement du court-circuit sur le pylône T d'une ligne aérienne
valeur efficace du courant s'écoulant vers la terre par la résistance des pieds d'un pylône de ligne aérienne à distance d'un poste relié aux impédances de point d'entrée de la ligne aérienne à chaque extrémité, voir Figure 5

IEC 60909-3

Edition 3.0 2009-03

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

colour inside

Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth

Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 3: Courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre



IEC 60909-3:2009

CONTENTS

FOREWORD 5
1 Scope and object 7
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 8
4 Symbols 11
5 Calculation of currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits 13
~~5.1 Calculation method~~
~~5.1.1 Initial symmetrical short-circuit current~~
~~5.1.2 Peak short-circuit current, symmetrical short-circuit breaking current and steady-state short-circuit current~~
~~5.1.3 Distribution of line-to-earth short-circuit currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits~~
5.1 Initial symmetrical short-circuit current 13
5.1.1 Determination of $\underline{\boldsymbol{M}}_{(1)}$ and $\underline{\boldsymbol{M}}_{(2)}$ 14
5.1.2 Simple cases of two separate simultaneous line-to-earth short circuits 15
5.2 Peak short-circuit current, symmetrical short circuit breaking current and steady-state short-circuit current 16
5.3 Distribution of the currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits 16
6 Calculation of partial short-circuit currents flowing through earth in case of an unbalanced short circuit 16
~~6.1 Calculation method~~
~~6.1.1 General~~
~~6.1.2 Line-to-earth short circuit in a station~~
~~6.1.3 Line-to-earth short circuit far outside a station~~
~~6.1.4 Line-to-earth short circuit in the vicinity of a station~~
~~6.1.5 Reduction factor for overhead lines and cables~~
6.1 General 16
6.2 Line-to-earth short circuit inside a station 17
6.3 Line-to-earth short circuit outside a station 19
6.4 Line-to-earth short circuit in the vicinity of a station 23
6.4.1 Earth potential $\underline{U}_{\mathrm{ET}n}$ at the tower n outside station B 24
6.4.2 Earth potential of station B during a line-to earth short circuit at the tower n 24
7 Reduction factor for overhead lines with earth wires 25
8 Calculation of current distribution and reduction factor in case of cables with metallic sheath or shield earthed at both ends 28
8.1 Overview 28
8.2 Three-core cable 28
8.2.1 Line-to-earth short circuit in station B 28
8.2.2 Line-to-earth short circuit on the cable between station A and station B 29
8.3 Three single-core cables 32
8.3.1 Line-to-earth short circuit in station B 32
8.3.2 Line-to-earth short circuit on the cable between station A and station B 32

PREVIEW

Annex A (informative) Example for the calculation of two separate simultaneous line-to-earth short-circuit currents 36

Annex B (informative) Examples for the calculation of partial short-circuit currents through earth 39

Annex C (informative) Example for the calculation of the reduction factor r_1 and the current distribution through earth in case of a three-core cable 53

Annex D (informative) Example for the calculation of the reduction factor r_3 and the current distribution through earth in case of three single-core cables 58

Figure 1 – Driving point impedance $\underline{Z}_P$ of an infinite chain, composed of the earth-wire impedance ~~$\underline{Z}_W = \underline{Z}'_W \cdot d_T$~~ $\underline{Z}_Q = \underline{Z}'_Q d_T$ and the footing resistance R_T of the towers, with equal distances d_T between the towers 10

Figure 2 – Driving point impedance $\underline{Z}_{Pn}$ of a finite chain with n towers, composed of the earth-wire impedance ~~$\underline{Z}_W = \underline{Z}'_W \cdot d_T$~~ $\underline{\boldsymbol{Z}}_{\mathbf{Q}} = \underline{\boldsymbol{Z}}'_{\mathbf{Q}} d_{\mathbf{T}}$, the footing resistance R_T of the towers, with equal distances d_T between the towers and the earthing impedance $\underline{Z}_{EB}$ ~~(Equation (28))~~ of station B from Equation (29) 11

Figure 3 – Characterization of two separate simultaneous line-to earth short circuits and the currents ~~$\underline{I}''_{kEE}$~~ $\boldsymbol{I}''_{\mathbf{kEE}}$ 14

Figure 4 – Partial short-circuit currents in case of a line-to-earth short circuit inside station B 17

Figure 5 – Partial short-circuit currents in case of a line-to-earth short circuit at a tower T of an overhead line 20

Figure 6 – Distribution of the total ~~earth~~ current to earth ~~$\underline{I}_{Etot}$~~ $\boldsymbol{I}_{ETtot}$ 22

Figure 7 – Partial short-circuit currents in the case of a line-to-earth short circuit at a tower n of an overhead line in the vicinity of station B 23

Figure 8 – ~~The magnitude r of the~~ Reduction factor r for overhead lines with ~~for~~ non-magnetic earth wires ~~in relation to~~ depending on soil resistivity ρ 27

Figure 9 – Reduction factor of three-core power cables 29

Figure 10 – Reduction factors for three single-core power cables 34

Figure A.1 – Two separate simultaneous line-to-earth short circuits on a single fed ~~radial~~ overhead line (see Table 1) 36

Figure B.1 – Line-to-earth short circuit inside station B – System diagram for stations A, B and C 40

Figure B.2 – Line-to-earth short circuit inside station B – Positive-, negative- and zero-sequence systems with connections at the short-circuit location F within station B 41

Figure B.3 – Line-to-earth short circuit outside stations ~~A,~~ B and C at the tower T of an overhead line – System diagram for stations A, B and C 44

Figure B.4 – Line-to-earth short circuit outside stations ~~A,~~ B and C at the tower T of an overhead line – Positive-, negative- and zero-sequence systems with connections at the short-circuit location F 45

Figure B.5 – Earth potentials $u_{ETn} = U_{Etn}/U_{ET}$ with U_{ET} = 1,912 kV and $u_{EBn} = U_{Ebn}/U_{EB}$ with U_{EB} = 0,972 kV, if the line-to-earth short circuit occurs at the towers n = ~~0,~~ 1, 2, 3, ... in the vicinity of station B ~~according to 6.1.4 (see the example for n = 10 in Clause B.4)~~ 52

Figure C.1 – Example for the calculation of the cable reduction factor and the current distribution through earth in a 10-kV-network, U_n = 10 kV; c = 1,1; f = 50 Hz 54

Figure C.2 – Short-circuit currents and partial short-circuit currents through earth for the example in Figure C.1 55

PREVIEW

Figure C.3 – Example for the calculation of current distribution in a 10-kV-network with a short circuit on the cable between A and B (data given in C.2.1 and Figure C.1) 56

Figure C.4 – Line-to-earth short-circuit currents, partial currents in the shield and partial currents through earth 57

Figure D.1 – Example for the calculation of the reduction factor and the current distribution in case of three single-core cables and a line-to-earth short circuit in station B 59

Figure D.2 – Positive-, negative- and zero-sequence system of the network in Figure D.1 with connections at the short-circuit location (station B) 60

Figure D.3 – Current distribution for the network in Figure D.1, depending on the length, ℓ, of the single-core cables between the stations A and B 61

Figure D.4 – Example for the calculation of the reduction factors r_3 and the current distribution in case of three single-core cables and a line-to-earth short circuit between the stations A and B 62

Figure D.5 – Positive-, negative- and zero-sequence system of the network in Figure D.4 with connections at the short-circuit location (anywhere between the stations A and B) 62

Figure D.6 – Current distribution for the cable in Figure D.4 depending on ℓ_A, $R_{EF} \to \infty$ 64

Figure D.7 – Current distribution for the cable in Figure D.4 depending on ℓ_A, R_{EF} = 5 Ω 66

Table 1 – Calculation of initial line-to-earth short-circuit currents in simple cases 15

Table 2 – Resistivity ~~ρ~~ of the soil and equivalent earth penetration depth ~~δ for different soil types~~ 25

Table C.1 – Results for the example in Figure C.1 55

Table C.2 – Results for the example in Figure C.3, ℓ = 5 km 57

Table C.3 – Results for the example in Figure C.3, ℓ = 10 km 57

REDLINE

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SHORT-CIRCUIT CURRENTS IN THREE-PHASE AC SYSTEMS –

Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
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.

DISCLAIMER
This Redline version is not an official IEC Standard and is intended only to provide the user with an indication of what changes have been made to the previous version. Only the current version of the standard is to be considered the official document.

This Redline version provides you with a quick and easy way to compare all the changes between this standard and its previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

International Standard IEC 60909-3 has been prepared by IEC technical committee 73: Short-circuit currents.

This International Standard is to be read in conjunction with IEC 60909-0.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2003. This edition constitutes a technical revision.

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

– New procedures are introduced for the calculation of reduction factors of the sheaths or shields and in addition the current distribution through earth and the sheaths or shields of three-core cables or of three single-core cables with metallic non-magnetic sheaths or shields earthed at both ends;
– The information for the calculation of the reduction factor of overhead lines with earth wires are corrected and given in the new Clause 7;
– A new Clause 8 is introduced for the calculation of current distribution and reduction factor of three-core cables with metallic sheath or shield earthed at both ends;
– The new Annexes C and D provide examples for the calculation of reduction factors and current distribution in case of cables with metallic sheath and shield earthed at both ends.

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

FDIS	Report on voting
73/148/FDIS	73/149/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 60909 series, published under the general title *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

The contents of the corrigendum of September 2013 have been included in this copy.

REDLINE

SHORT-CIRCUIT CURRENTS IN THREE-PHASE AC SYSTEMS –

Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth

1 Scope and object

This part of IEC 60909 specifies procedures for calculation of the prospective short-circuit currents with an unbalanced short circuit in high-voltage three-phase a.c. systems operating at nominal frequency 50 Hz or 60 Hz, i.e.:

a) currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits in isolated neutral or resonant earthed neutral systems;

b) partial short-circuit currents flowing through earth in case of single line-to-earth short circuit in solidly earthed or low-impedance earthed neutral systems.

The currents calculated by these procedures are used when determining induced voltages or touch or step voltages and rise of earth potential at a station (power station or substation) and the towers of overhead lines.

Procedures are given for the calculation of reduction factors of overhead lines with one or two earth wires.

The standard does not cover:

a) short-circuit currents deliberately created under controlled conditions as in short circuit testing stations, or

b) short-circuit currents in the electrical installations on board ships or aeroplanes, or

c) single line-to-earth fault currents in isolated or resonant earthed systems.

The object of this standard is to establish practical and concise procedures for the calculation of line-to-earth short-circuit currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents through earth ~~from electrical installations~~, earth wires of overhead lines and sheaths or shields of cables leading to conservative results with sufficient accuracy. For this purpose, the short-circuit currents ~~is~~ are determined by considering an equivalent voltage source ~~applied~~ at the short-circuit location with all other voltage sources set to zero. ~~The procedure is suitable for determination by manual methods or digital computation.~~ Resistances of earth grids in stations or footing resistances of overhead line towers are neglected, when calculating the short-circuit currents at the short-circuit location.

This standard is an addition to IEC 60909-0. General definitions, symbols and calculation assumptions refer to that publication. Special items only are defined or specified in this ~~document~~ standard.

The calculation of the short-circuit currents based on the rated data of the electrical equipment and the topological arrangement of the system has the advantage of being possible both for existing systems and for systems at the planning stage. The procedure is suitable for determination by manual methods or digital computation. This does not exclude the use of special methods, for example the superposition method, adjusted to particular circumstances, if they give at least the same precision.

PREVIEW

As stated in IEC 60909-0, short-circuit currents and their parameters may also be determined by system tests.

~~The calculation of the short-circuit parameters based on the rated data of the electrical equipment and the topological arrangement of the system has the advantage of being possible both for existing systems and for systems at the planning stage.~~

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 60909-0:2001, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC/TR 60909-2:2008, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations*

3 Terms and definitions

For the purposes of this ~~standard~~ document, the following terms and definitions apply.

3.1
two separate simultaneous line-to-earth short circuits
line-to-earth short circuits at different locations at the same time on different conductors of a three-phase ~~AC system~~ a.c. network having a resonant earthed or an isolated neutral

3.2
initial short-circuit currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits I''_{kEE}
r.m.s. value of the initial short-circuit currents flowing at both short-circuit locations with the same magnitude ~~at both locations at the instant of the two separate simultaneous line-to-earth short circuits.~~

3.3
partial short-circuit current through earth $I_{E\delta}$
r.m.s. value of the current flowing through earth in a fictive line in the equivalent earth penetration depth δ

NOTE In case of overhead lines remote from the short-circuit location and the earthing system of a station, where the distribution of the current between earthed conductors and earth is nearly constant, the current through earth depends on the reduction factor of the overhead line (Figures 4 and 5). In case of cables with metallic sheaths or shields, earthed at both ends in the stations A and B, current through earth between the stations A and B (Figures 9a) and 10a)), respectively between the short-circuit location and the stations A or B (Figures 9b) and 10b)).

~~3.3~~ **3.4**
total ~~earth~~ current to earth ~~I_{Etot}~~ I_{ETtot} **at the short-circuit location on the tower T of an overhead line**
~~r.m.s. value of the earth current at the short-circuit location flowing through the earthing system of a station (power station or substation) or the footing resistance of an overhead line tower far away from a station and through earthed conductors to earth (Figures 4 and 5). Such conductors may be earth wires of over-head lines or sheaths, shielding or armouring of cables.~~

REDLINE

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 71
1 Domaine d'application et objet 73
2 Références normatives 74
3 Termes et définitions 74
4 Symboles 77
5 Calcul des courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre 80
~~5.1 Méthode de calcul~~ .....
~~5.1.1 Courant de court-circuit symétrique initial~~ .....
~~5.1.2 Valeur de crête du courant de court-circuit, courant de court-circuit symétrique coupé et courant de court-circuit permanent~~ .....
~~5.1.3 Répartition des courants de courts-circuits à la terre pendant deux courants de courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre~~ .....
5.1 Courant de court-circuit symétrique initial 80
5.1.1 Détermination de $\underline{\boldsymbol{M}}_{(1)}$ et $\underline{\boldsymbol{M}}_{(2)}$ 81
5.1.2 Exemples simples de deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre 81
5.2 Valeur de crête du courant de court-circuit, courant de court-circuit symétrique coupé et courant de court-circuit permanent 82
5.3 Répartition des courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre 82
6 Calcul des courants de court-circuit partiels s'écoulant ~~à travers~~ par la terre dans le cas d'un court-circuit déséquilibré 83
~~6.1 Méthode de calcul~~ .....
~~6.1.1 Généralités~~ .....
~~6.1.2 Court-circuit monophasé à la terre dans un poste~~ .....
~~6.1.3 Court-circuit monophasé à la terre en dehors du poste~~ .....
~~6.1.4 Court-circuit monophasé au voisinage d'un poste~~ .....
~~6.1.5 Facteur de réduction des lignes aériennes et des câbles~~ .....
6.1 Généralités 83
6.2 Court-circuit monophasé à la terre dans un poste 84
6.3 Court-circuit monophasé à la terre en dehors d'un poste 86
6.4 Court-circuit monophasé à la terre au voisinage d'un poste 90
6.4.1 Potentiel de terre $\underline{U}_{\mathrm{ETn}}$ sur le pylône n en dehors du poste B 91
6.4.2 Potentiel de terre du poste B pendant un court-circuit monophasé à la terre sur le pylône n 91
7 Facteur de réduction pour les lignes aériennes avec câbles de garde 92
8 Calcul de la répartition du courant et du facteur de réduction dans le cas de câbles avec gaine ou écran métallique mis à la terre à chaque extrémité 95
8.1 Aperçu 95
8.2 Câble à trois conducteurs 95
8.2.1 Court-circuit monophasé à la terre dans le poste B 95
8.2.2 Court-circuit monophasé à la terre sur le câble entre le poste A et le poste B 96

PREVIEW

8.3 Trois câbles monoconducteurs 99
8.3.1 Court-circuit monophasé à la terre au poste B 99
8.3.2 Court-circuit monophasé à la terre sur le câble entre le poste A et le poste B 100

Annexe A (informative) Exemple de calcul de deux courants de court~~s~~-circuit~~s~~ monophasés simultanés séparés à la terre 103

Annexe B (informative) Exemples de calcul des courants de courts-circuits partiels ~~à travers~~ par la terre 106

Annexe C (informative) Exemple de calcul du facteur de réduction r_1 et de la répartition du courant par la terre dans le cas d'un câble à trois conducteurs 120

Annexe D (informative) Exemple de calcul du facteur de réduction r_3 et de la répartition du courant par la terre dans le cas de trois câbles monoconducteurs 125

Figure 1 – Impédance d'entrée $\underline{Z}_P$ d'une chaîne infinie, constituée par l'impédance du câble de garde ~~$\underline{Z}_W = \underline{Z}'_W \cdot d_T$~~ $\underline{Z}_Q = \underline{Z}'_Q d_T$ et la résistance de pied des pylônes R_T, séparées par des distances identiques d_T entre les pylônes ~~identiques~~ 76

Figure 2 – Impédance d'entrée $\underline{Z}_{Pn}$ d'une chaîne finie de n pylônes, constituée par l'impédance du câble de garde ~~$\underline{Z}_W = \underline{Z}'_W \cdot d_T$~~ $\underline{\boldsymbol{Z}}_{\mathbf{Q}} = \underline{\boldsymbol{Z}}'_{\mathbf{Q}} d_{\mathbf{T}}$, et la résistance du pied des pylônes R_T avec des distances d_T entre les pylônes ~~identiques~~ et l'impédance de terre $\underline{Z}_{EB}$ ~~(Equation (28))~~ d'un poste B, obtenue à partir de l'Equation (29) 77

Figure 3 – Représentation de deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et ~~du~~ des courants ~~$\underline{I}''_{kEE}$~~ $\boldsymbol{I}''_{\mathbf{kEE}}$ 80

Figure 4 – Courants de court-circuit partiels dans le cas d'un court-circuit monophasé à la terre dans le poste B 84

Figure 5 – Courants de court-circuit partiels dans le cas d'un court-circuit monophasé à la terre sur un pylône T d'une ligne aérienne 87

Figure 6 – Répartition du courant total de terre ~~$\underline{I}_{Etot}$~~ $\underline{\boldsymbol{I}}_{ETtot}$ 89

Figure 7 – Courants de court-circuit partiels dans le cas d'un court-circuit monophasé à la terre sur un pylône n d'une ligne aérienne au voisinage d'un poste B 90

Figure 8 – ~~Valeur absolue r du facteur de réduction pour les~~ Facteur de réduction r pour les lignes aériennes avec câbles de garde non magnétiques ~~en fonction~~ dépendant de la résistivité du sol ρ 94

Figure 9 – Facteur de réduction de câbles d'alimentation à trois conducteurs 96

Figure 10 – Facteurs de réduction de trois câbles d'alimentation monoconducteurs 101

Figure A.1 – Deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre sur une ~~ligne alimentée en antenne,~~ seule ligne aérienne alimentée (voir Tableau 1) 103

Figure B.1 – Court-circuit monophasé à la terre dans le poste B – Schéma du réseau avec les postes A, B et C 107

Figure B.2 – Court-circuit monophasé à la terre dans le poste B – Systèmes directs, inverses et homopolaires avec les connexions à l'emplacement F du court-circuit à l'intérieur du poste B 108

Figure B.3 – Court-circuit monophasé à la terre en dehors des postes ~~A,~~ B et C, sur le pylône T d'une ligne aérienne – Schéma du réseau pour les postes A, B et C 111

Figure B.4 – Court-circuit monophasé à la terre en dehors des postes ~~A,~~ B et C sur le pylône T d'une ligne aérienne – Systèmes directs, inverses et homopolaires avec les connexions à l'emplacement F du court-circuit 112

PREVIEW

Figure B.5 – Potentiels de terre u_{ETn} = U_{Etn}/U_{ET} avec U_{ET} = 1,912 kV et u_{EBn} = U_{Ebn}/U_{EB} avec U_{EB} = 0,972 kV, si le court-circuit monophasé à la terre se produit sur les pylônes n = ~~0,~~ 1, 2, 3, … au voisinage du poste B ~~conformément à 6.1.4 (voir l'exemple pour n = 10 à l'Article B.4)~~ 119

Figure C.1 – Exemple de calcul du facteur de réduction des câbles et de la répartition du courant par la terre dans un réseau de 10 kV, U_n = 10 kV; c =1,1; f = 50 Hz 121

Figure C.2 – Courants de court-circuit et courants de court-circuit partiels s'écoulant par la terre, pour l'exemple illustré à la Figure C.1 122

Figure C.3 – Exemple de calcul de la répartition du courant dans un réseau de 10 kV avec un court-circuit sur le câble entre A et B (données fournies en C.2.1 et à la Figure C.1) 123

Figure C.4 – Courants de court-circuit monophasés à la terre, courants partiels s'écoulant dans l'écran et courants partiels s'écoulant par la terre 124

Figure D.1 – Exemple de calcul du facteur de réduction et de répartition du courant dans le cas de trois câbles monoconducteurs et d'un court-circuit monophasé à la terre au poste B 126

Figure D.2 – Systèmes directs, inverses et homopolaires du réseau illustré à la Figure D.1 avec les connexions à l'emplacement du court-circuit (poste B) 127

Figure D.3 – Répartition du courant pour le réseau illustré à la Figure D.1, selon la longueur, ℓ, des câbles monoconducteurs entre les postes A et B 128

Figure D.4 – Exemple de calcul des facteurs de réduction r_3 et de répartition du courant dans le cas de trois câbles monoconducteurs et d'un court-circuit monophasé à la terre entre les postes A et B 129

Figure D.5 – Systèmes directs, inverses et homopolaires du réseau illustré à la Figure D.4 avec les connexions à l'emplacement du court-circuit (en tout point entre les postes A et B) 129

Figure D.6 – Répartition du courant pour le câble illustré à la Figure D.4 selon ℓ_A, $R_{EF} \rightarrow \infty$ 131

Figure D.7 – Répartition du courant pour le câble illustré à la Figure D.4 selon ℓ_A, R_{EF} = 5 Ω 133

Tableau 1 – Calcul des courants initiaux de courts-circuits monophasés à la terre dans les cas simples 81

Tableau 2 – Résistivité ~~ρ~~ du sol et profondeur équivalente de pénétration dans la terre ~~δ pour différents types de sol~~ 92

Tableau C.1 – Résultats pour l'exemple illustré à la Figure C.1 122

Tableau C.2 – Résultats pour l'exemple illustré à la Figure C.3, $\ell = 5$km 124

Tableau C.3 – Résultats pour l'exemple illustré à la Figure C.3, $\ell = 10$ km 124

RÉDACTIONNEL

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

COURANTS DE COURT-CIRCUIT DANS LES RÉSEAUX TRIPHASÉS À COURANT ALTERNATIF –

Partie 3: Courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
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 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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ
Cette version Redline n'est pas une Norme CEI officielle, elle a seulement pour but de fournir à l'utilisateur une indication des changements effectués dans l'édition précédente. Seule la version courante de cette norme doit être considérée comme le document officiel.

Cette version Redline vous permet de comparer facilement et rapidement les changements entre cette norme et son édition précédente. Une barre verticale apparaît dans la marge lorsqu'un changement a été effectué. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

La Norme internationale CEI 60909-3 a été établie par le comité d'études 73 de la CEI: Courants de court-circuit.

Cette Norme internationale doit être lue conjointement avec la CEI 60909-0.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2003. Cette édition constitue une révision technique.

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

- De nouvelles procédures sont fournies pour le calcul des facteurs de réduction des gaines ou des écrans, ainsi que pour la répartition du courant par la terre et les gaines ou les écrans des câbles à trois conducteurs ou de trois câbles monoconducteurs avec gaines ou écrans non magnétiques métalliques mis à la terre à chaque extrémité;
- Les informations pour le calcul du facteur de réduction pour lignes aériennes avec câbles de garde sont corrigées et fournies en un nouvel Article 7;
- Un nouvel Article 8 est introduit pour le calcul de la répartition du courant et du facteur de réduction des câbles avec gaine ou écran métallique, mis à la terre à chaque extrémité;
- Les nouvelles Annexes C et D donnent des exemples pour le calcul des facteurs de réduction et de la répartition du courant dans le cas de câbles avec gaine ou écran métallique, mis à la terre à chaque extrémité.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
73/148/FDIS	73/149/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60909, présentées sous le titre général *Courant de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif*, 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 maintenance 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.

Le contenu du corrigendum de septembre 2013 a été pris en considération dans cet exemplaire.

REDLINE

COURANTS DE COURT-CIRCUIT DANS LES RÉSEAUX TRIPHASÉS À COURANT ALTERNATIF –

Partie 3: Courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre

PREDLINE

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60909 spécifie les procédures applicables au calcul des valeurs présumées des courants de court-circuit lors d'un court-circuit déséquilibré dans les réseaux triphasés à haute tension à courant alternatif fonctionnant à une fréquence nominale de 50 Hz ou 60 Hz, c'est-à-dire:

a) les courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre dans les réseaux à neutre isolé ou mis à la terre par une bobine d'extinction;

b) les courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre, dans le cas d'un seul court-circuit monophasé à la terre dans les réseaux à neutre mis à la terre directement ou par une faible impédance.

Les courants calculés suivant ces procédures sont utilisés pour la détermination des tensions induites ou des tensions de contact ou de pas, et de la montée du potentiel de terre d'un poste (groupe de production, poste) ~~.~~, ainsi que les pylônes des lignes aériennes.

Des procédures de calcul des facteurs de réduction des lignes aériennes avec un ou deux câbles de garde sont fournies.

La norme ne couvre pas:

a) les courants de court-circuit provoqués délibérément de façon contrôlée, comme dans les stations d'essai en court-circuit, ou

b) les courants de court-circuit dans les installations électriques à bord des navires ou des avions, ou

c) les défauts simples monophasés à la terre dans les réseaux à neutre isolé ou mis à la terre par une bobine d'extinction.

L'objet de la présente norme est d'établir des procédures pratiques et concises pour le calcul des courants de court-circuit à la terre durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et des courants de court-circuit partiels s'écoulant ~~à travers~~ par la terre, ~~dans les installations électriques~~ les câbles de garde de lignes aériennes et les gaines ou écrans de câbles, donnant des résultats ~~sûrs~~ prudents (sûrs) et d'une précision suffisante. ~~Dans ce but, le courant est déterminé~~ A cet effet, les courants de court-circuit sont déterminés en utilisant une source de tension équivalente appliquée à l'emplacement du court-circuit, toutes les autres sources de tension étant mises à zéro. ~~La procédure est applicable à une détermination par des méthodes manuelles, par des simulations analogiques ou par le calcul numérique.~~ Le calcul des courants de court-circuit à l'emplacement du court-circuit ne tient compte ni des résistances des réseaux de terre aux postes, ni des résistances des pieds des pylônes des lignes aériennes.

La présente norme est un complément de la CEI 60909-0. ~~Pour les définitions,~~ Les définitions générales, ~~les~~ symboles et ~~les~~ hypothèses de calcul ~~en général,~~ se ~~reporter~~ réfèrent à cette publication. Seuls des éléments particuliers sont définis ou spécifiés dans ~~le présent document~~ la présente norme.

Le calcul des courants de court-circuit sur la base des caractéristiques assignées du matériel électrique et de la disposition topologique du réseau présente l'avantage d'être possible aussi bien pour les réseaux existants que pour les réseaux au stade de la conception. La procédure est applicable à une détermination par des méthodes manuelles ou par le calcul numérique. Ceci n'exclut pas l'utilisation de méthodes particulières, par exemple la méthode de superposition, adaptées à des circonstances particulières, si elles donnent au moins la même précision.

Comme indiqué dans la CEI 60909-0, les courants de court-circuit et leurs paramètres peuvent aussi être déterminés par des essais du réseau.

~~Le calcul des paramètres de court-circuit sur la base des caractéristiques assignées du matériel électrique et de la disposition topologique du réseau présente l'avantage d'être possible aussi bien pour les réseaux existants que pour les réseaux au stade de la conception.~~

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).

CEI 60909-0:2001, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 0: Calcul des courants*

CEI/TR 60909-2:2008, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations* (disponible uniquement en anglais)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1
deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre
courts-circuits monophasés à la terre se produisant simultanément en des emplacements distincts et sur des ~~phases~~ conducteurs de phase distincts d'un réseau triphasé à courant alternatif dont le neutre est isolé ou mis à la terre par une bobine d'extinction

3.2
courants de court-circuit initiaux durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre I''_{kEE}
valeur efficace des courants de court-circuit initiaux ~~circulant~~ s'écoulant avec la même amplitude aux deux emplacements de court-circuit~~, au moment des deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre.~~

3.3
courant de court-circuit partiel à travers la terre $I_{E\delta}$
valeur efficace du courant s'écoulant par la terre dans une ligne factice ayant la profondeur équivalente de pénétration dans la terre δ.

NOTE Dans le cas de lignes aériennes distantes de l'emplacement du court-circuit et du réseau de terre d'un poste, où la répartition du courant entre les conducteurs mis à la terre et la terre est presque constante, le courant s'écoulant par la terre dépend du facteur de réduction de la ligne aérienne (Figures 4 et 5). Dans le cas de câbles avec gaines ou écrans métalliques, mis à la terre à chaque extrémité aux postes A et B, il s'agit du courant s'écoulant par la terre entre les postes A et B (Figures 9a) et 10a)), respectivement entre l'emplacement du court-circuit et les postes A ou B (Figures 9b) et 10b))

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60909-3:2009