

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

**CEI
IEC
781**

Première édition
First edition
1989-01

**Guide d'application pour le calcul
des courants de court-circuit
dans les réseaux à basse tension radiaux**

**Application guide for calculation
of short-circuit currents in low-voltage
radial systems**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 781:1989

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

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

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
781

Première édition
First edition
1989-01

**Guide d'application pour le calcul
des courants de court-circuit
dans les réseaux à basse tension radiaux**

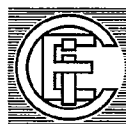
**Application guide for calculation
of short-circuit currents in low-voltage
radial systems**

© CEI 1989 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

34

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Méthodes générales et hypothèses de calcul	6
4. Définitions	8
4.1 Court-circuit	8
4.2 Court-circuit éloigné d'un générateur	8
4.3 Courant de court-circuit	8
4.4 Courant de court-circuit présumé	8
4.5 Courant de court-circuit symétrique initial I_k''	8
4.6 Courant de court-circuit de crête i_p	8
4.7 Courant de court-circuit symétrique coupé I_b	8
4.8 Courant de court-circuit permanent I_k	8
4.9 Tension nominale d'un réseau U_n	10
4.10 Impédances de court-circuit des matériels électriques	10
4.11 Impédances de court-circuit à l'emplacement du court-circuit F	12
4.12 Source de tension	12
4.13 Source de tension équivalente $cU_n/\sqrt{3}$	12
4.14 Facteur de tension c	12
5. Symboles, indices et exposants	14
5.1 Symboles	14
5.2 Indices	14
5.3 Exposants	14
6. Types de court-circuit	16
7. Méthodes de calcul et hypothèses	16
7.1 Composantes symétriques	16
7.2 Source de tension équivalente à l'emplacement du court-circuit	16
7.3 Conditions pour négliger l'influence des moteurs	18
8. Impédances de court-circuit du matériel électrique	18
8.1 Réseau d'alimentation à haute tension	18
8.2 Transformateurs	20
8.3 Lignes aériennes et câbles	22
8.4 Autres éléments d'impédance	22
8.5 Conversion des impédances	24
9. Calcul des courants de court-circuit	24
9.1 Courant de court-circuit triphasé symétrique	24
9.2 Courant de court-circuit biphasé isolé	26
9.3 Courant de court-circuit phase-terre	28
10. Exemple de calcul de courants de court-circuit à l'aide de formulaires	28
10.1 Procédure générale	28
10.2 Explications relatives à l'emploi des formulaires	28
11. Exemple relatif à une installation industrielle	32
11.1 Schéma du réseau	32
11.2 Données relatives au matériel électrique	32
11.3 Remarques particulières	34
FORMULAIRES	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
 Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. General calculation methods and calculation assumptions	7
4. Definitions	9
4.1 Short circuit	9
4.2 Far-from-generator short circuit	9
4.3 Short-circuit current	9
4.4 Prospective (available) short-circuit current	9
4.5 Initial symmetrical short-circuit current I_k''	9
4.6 Peak short-circuit current i_p	9
4.7 Symmetrical short-circuit breaking current I_b	9
4.8 Steady-state short-circuit current I_k	9
4.9 Nominal system voltage U_n	11
4.10 Short-circuit impedances of electrical equipment	11
4.11 Short-circuit impedances at the short-circuit location F	13
4.12 Voltage source	13
4.13 Equivalent voltage source $cU_n/\sqrt{3}$	13
4.14 Voltage factor c	13
5. Symbols, subscripts and superscripts	15
5.1 Symbols	15
5.2 Subscripts	15
5.3 Superscripts	15
6. Short-circuit types	17
7. Calculation methods and assumptions	17
7.1 Symmetrical components	17
7.2 Equivalent voltage source at short-circuit location	17
7.3 Conditions for disregarding the influence of motors	19
8. Short-circuit impedances of electrical equipment	19
8.1 High-voltage network feeders	19
8.2 Transformers	21
8.3 Overhead lines and cables	23
8.4 Other impedance elements	23
8.5 Conversion of impedances	25
9. Calculation of short-circuit currents	25
9.1 Balanced three-phase short-circuit current	25
9.2 Line-to-line short-circuit current without earth connection	27
9.3 Line-to-earth short-circuit current	29
10. Example of short-circuit current calculations using forms	29
10.1 General procedure	29
10.2 Explanations for using the calculation forms	29
11. Example for a housing installation	33
11.1 Network diagram	33
11.2 Data of electrical equipment	33
11.3 Special remarks	35
FORMS	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDE D'APPLICATION POUR LE CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT DANS LES RÉSEAUX À BASSE TENSION RADIAUX

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

Le présent guide a été établi par le Comité d'Etudes n° 73 de la CEI: Courants de court-circuit.

Le texte de ce guide est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
73(BC)9	73(BC)10

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans le présent guide:

- Publications n°s 38 (1983): Tensions normales de la CEI.
 50: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI).
50 (131) (1978): Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques.
50 (151) (1978): Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
50 (441) (1984): Chapitre 441: Appareillage et fusibles.
909 (1988): Calcul des courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

APPLICATION GUIDE FOR CALCULATION OF SHORT-CIRCUIT
CURRENTS IN LOW-VOLTAGE RADIAL SYSTEMS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This guide has been prepared by IEC Technical Committee No. 73: Short-circuit currents.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
73(CO)9	73(CO)10

Full information on the voting for the approval of this guide can be found in the Voting Report indicated in the above table.

The following IEC publications are quoted in this guide:

- Publications Nos. 38 (1983): IEC standard voltages.
 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV).
50 (131) (1978): Chapter 131: Electric and magnetic circuits.
50 (151) (1978): Chapter 151: Electrical and magnetic devices.
50 (441) (1984): Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses.
909 (1988): Short-circuit current calculation in three-phase a.c. systems.

GUIDE D'APPLICATION POUR LE CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT DANS LES RÉSEAUX À BASSE TENSION RADIAUX

1. Domaine d'application

Le présent guide d'application fournit une procédure normalisée, mise au point à partir de la Publication 909 de la CEI, pour le calcul des courants de court-circuit dans les réseaux alternatifs triphasés fonctionnant à fréquence nominale (50 ou 60 Hz) lorsque le court-circuit a lieu dans des réseaux à basse tension radiaux et lorsque les conditions simplificatrices données à l'article 3 sont remplies.

Pour en faciliter l'application par des ingénieurs non spécialisés, un exemple calculé à l'aide de formulaires recommandés est présenté.

2. Objet

L'objet de ce guide d'application est de présenter une méthode pratique de calcul des courants de court-circuit dans les réseaux à basse tension. Cette méthode correspond rigoureusement à la Publication 909 de la CEI et conduit à des résultats prudents et suffisamment précis.

Deux courants de court-circuit, qui diffèrent en amplitude, sont à considérer:

- le courant de court-circuit *maximal* qui provoque les plus grands effets thermiques et électromagnétiques sur le matériel électrique et détermine ses caractéristiques;
- le courant de court-circuit *minimal* qui peut servir de base au réglage des dispositifs de protection.

3. Méthodes générales et hypothèses de calcul

Le calcul des courants de court-circuit conformément au présent guide d'application est fondé sur les conditions suivantes:

- Le court-circuit est éloigné de tout générateur et est alimenté en *un* seul point par un réseau d'alimentation en électricité.
- Le réseau à basse tension considéré n'est pas maillé.
- Les valeurs de la tension d'alimentation et les impédances des différents matériels électriques sont supposées constantes.
- Les résistances de contact et les impédances de défaut ne sont pas prises en compte.
- Le court-circuit est simultané sur toutes les phases, s'il est polyphasé.
- Les courants de court-circuit ne sont pas calculés pour les défauts internes d'un câble d'un ensemble de câbles en parallèle.
- Il n'y a pas de modification des circuits pendant toute la durée du court-circuit. Le nombre de phases impliquées reste le même, par exemple un court-circuit triphasé reste triphasé pendant toute la durée du court-circuit.
- Les capacités des lignes et les admittances parallèles des éléments passifs sont négligées.
- Les défauts doubles à la terre en différents emplacements ne sont pas considérés.
- Les conditions pour négliger l'influence des moteurs, données au paragraphe 7.3, doivent être remplies. Sinon, se reporter à la Publication 909 de la CEI.
- Les changeurs de prise des transformateurs sont supposés être sur la position principale.
- Selon le paragraphe 4.10.2: $Z_{(1)} = Z_{(2)}$.

Pour plus de détails, se reporter à la Publication 909 de la CEI.

APPLICATION GUIDE FOR CALCULATION OF SHORT-CIRCUIT CURRENTS IN LOW-VOLTAGE RADIAL SYSTEMS

1. Scope

This application guide specifies a standardized procedure developed from IEC Publication 909 for the calculation of short-circuit currents in three-phase a.c. systems operating at nominal frequency (50 or 60 Hz) when the short circuit occurs in low-voltage radial systems and when the simplifying conditions given in Clause 3 are met.

In order to facilitate application by non-specialist engineers, an example calculated using the recommended forms is included.

2. Object

It is the object of this application guide to present a practical method to be used when calculating short-circuit currents in low-voltage networks. The method corresponds strictly with IEC Publication 909 and leads to conservative results with sufficient accuracy.

Two short-circuit currents which differ in magnitude are to be calculated:

- the *maximum* short-circuit current which causes the maximum thermal and electromagnetic effects on electrical equipment and determines the required capacity or rating;
- the *minimum* short-circuit current which may be a basis for the adjustment of protective devices.

3. General calculation methods and calculation assumptions

The calculation of short-circuit currents according to this application guide is based on the following conditions:

- The short circuit is far-from-generator and is supplied at *one* point by an electricity supply network.
- The low-voltage network considered is unmeshed.
- The values of the source voltage and the impedances of all electrical equipment are assumed to be constant.
- Contact resistances and fault impedances are not taken into account.
- The short circuit is simultaneous in all poles, if multiphase.
- Short-circuit currents are not calculated for internal faults in one of several parallel cables.
- For the duration of the short circuit there is no change in the circuits involved. The number of phases involved remains the same e.g. a three-phase short circuit remains three-phase during the time of the short circuit.
- Line capacitances and parallel admittances of passive elements are disregarded.
- Double earth faults at different locations are disregarded.
- The conditions for disregarding the influence of motors, given in Sub-clause 7.3, must be met. If not, see IEC Publication 909.
- Transformer tap-changers are assumed to be in the main position.
- According to Sub-clause 4.10.2: $Z_{(1)} = Z_{(2)}$.

For more detailed information see IEC Publication 909.

4. Définitions

Dans le cadre de ce guide d'application, on utilise les définitions suivantes qui font référence au Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) [Publication 50 de la CEI] chaque fois que celui-ci peut convenir.

4.1 *Court-circuit*

Connexion accidentelle ou intentionnelle, par une résistance ou une impédance relativement faibles, de deux ou plusieurs points d'un circuit se trouvant normalement à des tensions différentes. (VEI 151-03-41).

4.2 *Court-circuit éloigné d'un générateur*

Court-circuit pendant lequel l'amplitude de la composante alternative symétrique du courant de court-circuit présumé reste pratiquement constante.

4.3 *Courant de court-circuit*

Surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique (VEI 441-11-07).

Note. — Il y a lieu de distinguer entre le courant de court-circuit au point de défaut et les courants de court-circuit circulant dans les branches du réseau.

4.4 *Courant de court-circuit présumé*

Courant qui circulerait si le court-circuit était remplacé par une connexion idéale d'impédance négligeable, sans modification de l'alimentation.

4.5 *Courant de court-circuit symétrique initial I_k''*

Valeur efficace de la composante symétrique alternative d'un courant de court-circuit présumé à l'instant d'apparition du court-circuit, si l'impédance conserve sa valeur initiale (voir figure 1).

4.6 *Courant de court-circuit de crête i_p*

Valeur instantanée maximale possible du courant de court-circuit présumé.

Note. — L'amplitude du courant de court-circuit de crête varie avec l'instant d'apparition du court-circuit. Le calcul de la valeur de crête du courant de court-circuit triphasé i_p s'effectue pour la phase et l'instant conduisant au courant de court-circuit maximal.

4.7 *Courant de court-circuit symétrique coupé I_b*

Valeur efficace d'un cycle complet de la composante alternative symétrique du courant de court-circuit présumé à l'instant de la séparation des contacts du premier pôle de l'appareil de manœuvre.

4.8 *Courant de court-circuit permanent I_k*

Valeur efficace du courant de court-circuit se maintenant après extinction des phénomènes transitoires (voir figure 1).

4. Definitions

For the purpose of this application guide, the following definitions apply. Reference is made to the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) [IEC Publication 50] when applicable.

4.1 *Short circuit*

The accidental or intentional connection, by a relatively low resistance or impedance, of two or more points in a circuit which are normally at different voltages (IEV 151-03-41).

4.2 *Far-from-generator short circuit*

A short circuit during which the magnitude of the symmetrical a.c. component of the prospective short-circuit current remains essentially constant.

4.3 *Short-circuit current*

An over-current resulting from a short circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit (IEV 441-11-07).

Note. — It is necessary to distinguish between the short-circuit current at the short-circuit location and in the network branches.

4.4 *Prospective (available) short-circuit current*

The current that would flow if the short circuit were replaced by an ideal connection of negligible impedance without any change of the supply.

4.5 *Initial symmetrical short-circuit current I_k''*

The r.m.s. value of the a.c. symmetrical component of a prospective (available) short-circuit current applicable at the instant of short circuit if the impedance remains at zero-time value (see Figure 1).

4.6 *Peak short-circuit current i_p*

The maximum possible instantaneous value of the prospective (available) short-circuit current.

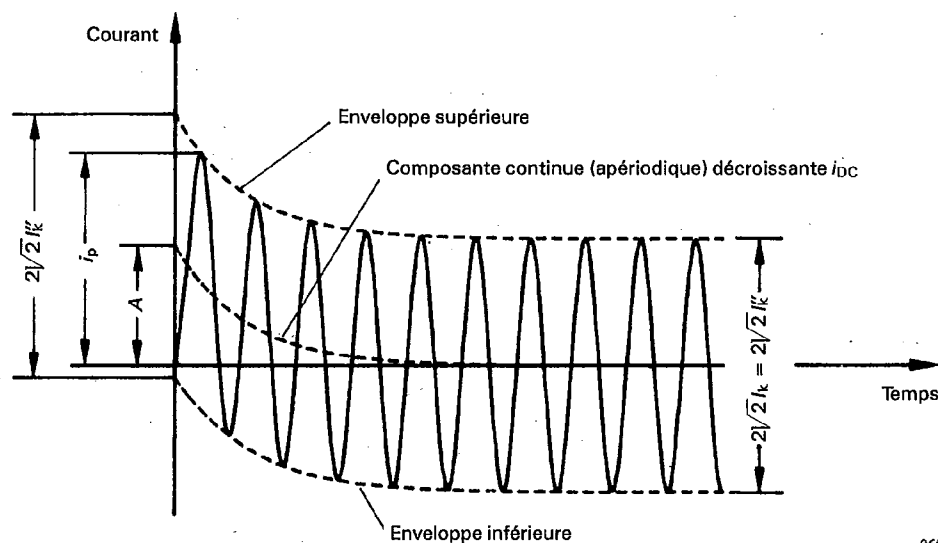
Note. — The magnitude of the peak short-circuit current varies in accordance with the moment at which the short circuit occurs. The calculation of the peak three-phase short-circuit current i_p applies for that phase-conductor and that moment in which the greatest possible short-circuit current exists.

4.7 *Symmetrical short-circuit breaking current I_b*

The r.m.s. value of an integral cycle of the symmetrical a.c. component of the prospective short-circuit current at the instant of contact separation of the first pole of a switching device.

4.8 *Steady-state short-circuit current I_k*

The r.m.s. value of the short-circuit current which remains after the decay of the transient phenomena (see Figure 1).



965/87

- I_k' Courant de court-circuit symétrique initial
 i_p Courant de court-circuit de crête
 I_k Courant de court-circuit permanent
 i_{DC} Composante continue décroissante (apériodique) du courant de court-circuit
 A Valeur initiale de la composante apériodique i_{DC}

FIG. 1. — Courant de court-circuit relatif à un court-circuit éloigné d'un générateur (tracé schématique).

4.9 Tension nominale d'un réseau U_n

Tension (entre phases) par laquelle on désigne un réseau et à laquelle on rapporte certaines caractéristiques de fonctionnement. Les valeurs figurent dans la Publication 38 de la CEI.

4.10 Impédances de court-circuit des matériels électriques

4.10.1 Impédance de court-circuit directe $Z_{(1)}$ d'un matériel électrique

Rapport de la tension phase-neutre au courant de court-circuit de la phase correspondante d'un matériel électrique alimenté par un système direct symétrique de tensions.

Note. — L'indice du symbole $Z_{(1)}$ peut être omis s'il n'y a pas de risque de confusion avec les impédances de court-circuit inverse et homopolaire.

4.10.2 Impédance de court-circuit inverse $Z_{(2)}$ d'un matériel électrique

Rapport de la tension phase-neutre au courant de court-circuit de la phase correspondante d'un matériel électrique alimenté par un système inverse symétrique de tensions.

Note. — Dans le présent guide d'application, qui traite des courts-circuits éloignés des générateurs, il est admis que $Z_{(2)} = Z_{(1)}$ dans tous les cas.

4.10.3 Impédance de court-circuit homopolaire $Z_{(0)}$ d'un matériel électrique

Rapport de la tension phase-neutre au courant de court-circuit d'une phase d'un matériel électrique alimenté par une source de tension alternative, lorsque les trois conducteurs de phase servent en parallèle pour le courant de sortie et qu'un quatrième conducteur et/ou la terre servent de conducteur commun de retour.

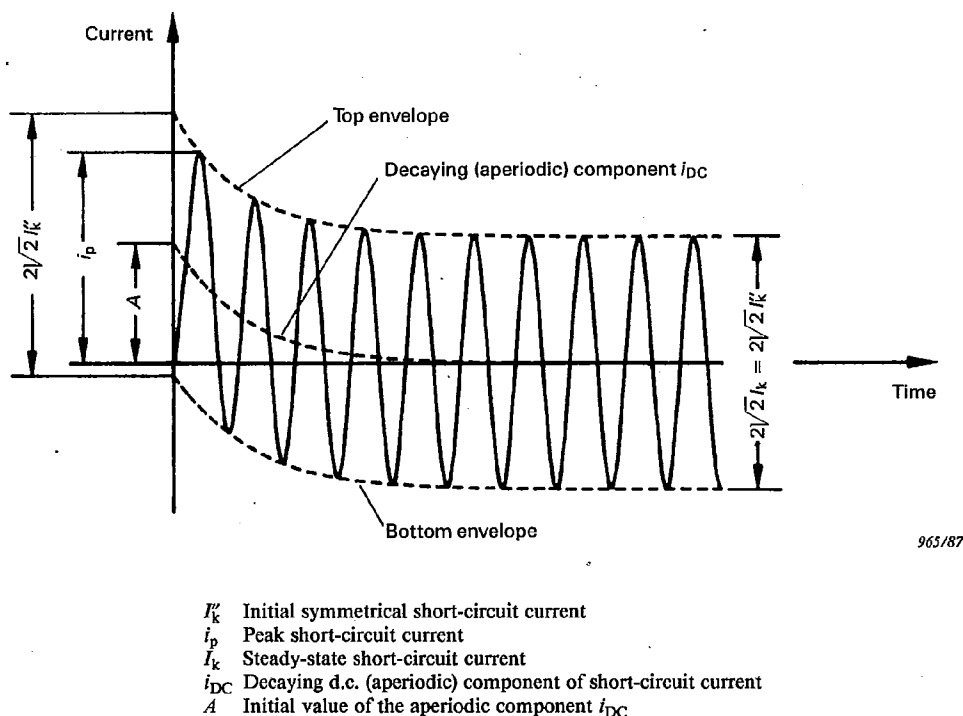


FIG. 1. — Short-circuit current of a far-from-generator short circuit (schematic diagram).

4.9 Nominal system voltage U_n

Voltage (line-to-line) by which a system is designated and to which certain operating characteristics are referred. Values are listed in IEC Publication 38.

4.10 Short-circuit impedances of electrical equipment

4.10.1 Positive-sequence short-circuit impedance $Z_{(1)}$ of electrical equipment

The ratio of the line-to-neutral voltage to the short-circuit current of the corresponding phase of an electrical equipment when fed by a symmetrical positive-sequence system of voltages.

Note. — Index of symbol $Z_{(1)}$ may be omitted if there is no possibility of confusion with the negative-sequence and the zero-sequence short-circuit impedances.

4.10.2 Negative-sequence short-circuit impedance $Z_{(2)}$ of electrical equipment

The ratio of the line-to-neutral voltage to the short-circuit current of the corresponding phase of an electrical equipment when fed by a symmetrical negative-sequence system of voltages.

Note. — In this application guide, covering far-from-generator short circuits, it is assumed that $Z_{(2)} = Z_{(1)}$ in all cases.

4.10.3 Zero-sequence short-circuit impedance $Z_{(0)}$ of electrical equipment

The ratio of the line-to-earth voltage to the short-circuit current of one phase of an electrical equipment when fed by an a.c. voltage source, if the three paralleled phase conductors are used for the outgoing current and a fourth line and/or earth is joint return.

4.11 Impédances de court-circuit à l'emplacement du court-circuit F

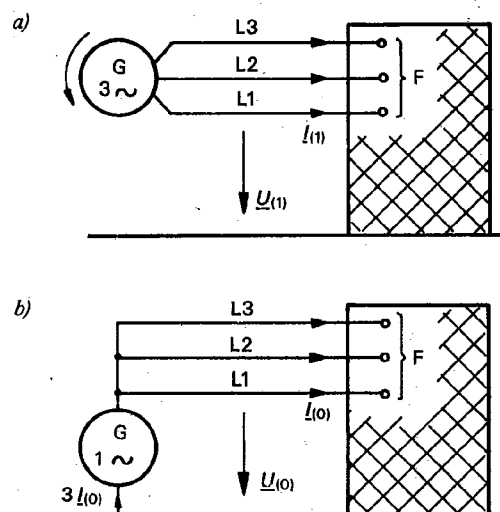
4.11.1 Impédance de court-circuit directe $Z_{(1)}$ d'un réseau triphasé à courant alternatif

Impédance dans le système direct vue de l'emplacement du court-circuit (voir figure 2a).

4.11.2 Impédance de court-circuit homopolaire $Z_{(0)}$ d'un réseau triphasé à courant alternatif

Impédance dans le système homopolaire vue de l'emplacement du court-circuit (voir figure 2 b).

Elle comprend le triple de l'impédance de mise à la terre du neutre $3Z_{NE}$.



725/88

FIG. 2. — Impédance de court-circuit d'un réseau triphasé à courant alternatif à l'emplacement du court-circuit F.

a) Impédance de court-circuit directe:

$$Z_{(1)} = \underline{U}_{(1)} / \underline{I}_{(1)}$$

b) Impédance de court-circuit homopolaire:

$$Z_{(0)} = \underline{U}_{(0)} / \underline{I}_{(0)}$$

4.12 Source de tension

Élément actif qui peut être représenté par une source idéale de tension indépendante de tout courant ou tension du circuit, et associée à un élément passif en série (VEI 131-01-37).

4.13 Source de tension équivalente $cU_n/\sqrt{3}$

Tension d'une source idéale appliquée à l'emplacement du court-circuit dans le système direct, en tant que seule tension active, pour le calcul du courant de court-circuit comme indiqué à l'article 9.

4.14 Facteur de tension c

Rapport de la source de tension équivalente à la tension nominale du réseau U_n divisée par $\sqrt{3}$. Pour les valeurs se reporter au tableau I.

Note. — L'introduction d'un facteur de tension c est nécessaire pour différentes raisons:

- les variations de tension dans le temps et dans l'espace,
- les changements de prise des transformateurs,
- la non-prise en compte des charges et des capacités dans les calculs selon l'article 9.

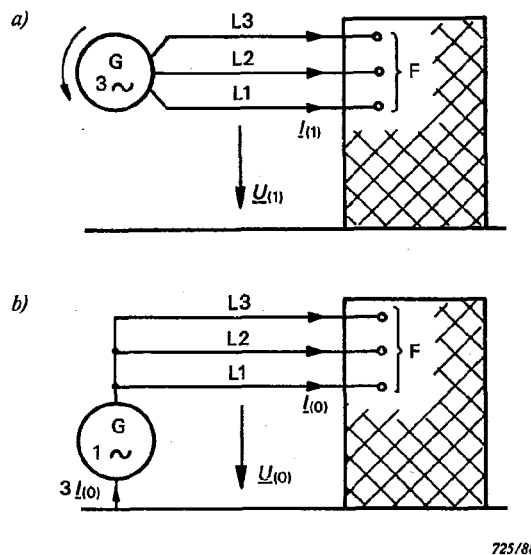
4.11 Short-circuit impedances at the short-circuit location F

4.11.1 Positive-sequence short-circuit impedance $Z_{(1)}$ of a three-phase a.c. system

The impedance of the positive-sequence system as viewed from the short-circuit location (see Figure 2a).

4.11.2 Zero-sequence short-circuit impedance $Z_{(0)}$ of a three-phase a.c. system

The impedance of the zero-sequence system as viewed from the short-circuit location (see Figure 2b). It includes three times the neutral-to-earth impedance $3Z_{NE}$.



725/88

FIG. 2. — Short-circuit impedance of a three-phase a.c. system at the short-circuit location F.

a) Positive-sequence short-circuit impedance:

$$Z_{(1)} = U_{(1)} / I_{(1)}$$

b) Zero-sequence short-circuit impedance:

$$Z_{(0)} = U_{(0)} / I_{(0)}$$

4.12 Voltage source

An active element which can be represented by an ideal voltage source independent of all currents and voltages in the circuit, in series with a passive circuit element (IEV 131-01-37).

4.13 Equivalent voltage source $cU_n/\sqrt{3}$

The voltage of an ideal source applied at the short-circuit location in the positive-sequence network as the only active voltage of the system for calculating the short-circuit current according to Clause 9.

4.14 Voltage factor c

The ratio between the equivalent voltage source and the nominal system voltage U_n divided by $\sqrt{3}$. For values see Table I.

Note. — The introduction of a voltage factor c is necessary for various reasons. These are:

- voltage variations depending on time and place,
- changing of transformer tapplings,
- neglecting loads and capacitances by calculations according to Clause 9.

5. Symboles, indices et exposants

Les symboles des grandeurs complexes sont soulignés, par exemple: $\underline{Z} = R + jX$.

Toutes les équations sont données sans indication d'unités. Les symboles représentent des grandeurs ayant des valeurs numériques et des dimensions indépendantes des unités, dans la mesure où l'on a choisi un système d'unités cohérent, tel que le Système international d'unités (SI).

5.1 Symboles

A	Valeur initiale de la composante aperiodique
I_k'	Courant de court-circuit symétrique initial (valeur efficace)
I_p	Valeur de crête du courant de court-circuit
I_b	Courant de court-circuit symétrique coupé (valeur efficace)
I_k	Courant de court-circuit permanent (valeur efficace)
S_r	Puissance apparente assignée d'un matériel électrique
P_{krT}	Pertes totales des enroulements d'un transformateur au courant assigné
U_n	Tension nominale entre phases d'un réseau (valeur efficace)
$\underline{Z}_{(1)}$	Impédance de court-circuit directe
$\underline{Z}_{(2)}$	Impédance de court-circuit inverse
$\underline{Z}_{(0)}$	Impédance de court-circuit homopolaire
R ou r	Résistance, en valeur absolue ou réduite
$\underline{R}'$	Résistance par unité de longueur
X ou x	Réactance en valeur absolue ou réduite
$\underline{X}'$	Réactance par unité de longueur
c	Facteur de tension
u_{kr}	Tension de court-circuit assignée, en pour-cent
u_{Rr}	Chute de tension résistive assignée, en pour-cent
l	Longueur de ligne ou de câble
t_r	Rapport de transformation assigné (changeur de prise en position principale); $t_r \geq 1$
$cU_n/\sqrt{3}$	Source de tension équivalente (valeur efficace)
η	Rendement des moteurs asynchrones
κ	Facteur relatif au courant de court-circuit de crête
$\cos \varphi$	Facteur de puissance
ρ	Résistivité
q_n	Section nominale

5.2 Indices

(1)	Composante directe
(2)	Composante inverse
(0)	Composante homopolaire
r	Valeur assignée (VEI 151-04-03)
n	Valeur nominale (VEI 151-04-01)
k ou $k3$	Court-circuit triphasé (figure 3a)
$k2$	Court-circuit biphasé isolé (figure 3b)
$k1$	Court-circuit monophasé, phase-neutre ou phase-terre (figure 3c)
t	Valeur transformée
E	Terre
F	Défaut, position du défaut
HV	Haute tension, côté haute tension d'un transformateur
LV	Basse tension, côté basse tension d'un transformateur
L	Ligne ou câble
M	Moteur ou groupe de moteurs asynchrones
N	Neutre d'un système à courant alternatif triphasé
Q	Point de liaison à une alimentation
T	Transformateur

5.3 Exposants

"	Valeur initiale (subtransitoire)
'	Résistance ou réactance par unité de longueur

5. Symbols, subscripts and superscripts

Symbols of complex quantities are underlined, for example: $\underline{Z} = R + jX$.

All equations are written without units specified. The symbols represent quantities possessing both numerical values and dimensions that are independent of units, provided that a consistent unit system is chosen, for example the International System of Units (SI).

5.1 Symbols

A	Initial value of aperiodic component
I_k^*	Initial symmetrical short-circuit current (r.m.s.)
i_p	Peak short-circuit current
I_b	Symmetrical short-circuit breaking current (r.m.s.)
I_k	Steady-state short-circuit current (r.m.s.)
S_r	Rated apparent power of electrical equipment
P_{krT}	Total loss in transformer windings at rated current
U_n	Nominal system voltage, line-to-line (r.m.s.)
$\underline{Z}_{(1)}$	Positive-sequence short-circuit impedance
$\underline{Z}_{(2)}$	Negative-sequence short-circuit impedance
$\underline{Z}_{(0)}$	Zero-sequence short-circuit impedance
R resp. r	Resistance, absolute respectively relative value
$\underline{R}'$	Resistance per unit length
X resp. x	Reactance, absolute respectively relative value
$\underline{X}'$	Reactance per unit length
c	Voltage factor
u_{kr}	Rated short-circuit voltage in percent
u_{Rr}	Rated ohmic voltage drop in percent
l	Length of line or cable
t_r	Rated transformer ratio (tap changer in main position); $t_r \geq 1$
$cU_n/\sqrt{3}$	Equivalent voltage source (r.m.s.)
η	Efficiency of asynchronous motors
κ	Factor for peak short-circuit currents
$\cos \varphi$	Power factor
ϱ	Resistivity
q_n	Nominal cross-section

5.2 Subscripts

(1)	Positive-sequence component
(2)	Negative-sequence component
(0)	Zero-sequence component
r	Rated value (IEV 151-04-03)
n	Nominal value (IEV 151-04-01)
k or k3	Three-phase short circuit (Figure 3a)
k2	Line-to-line short circuit without earth connection (Figure 3b)
k1	Line-to-earth short circuit, line-to-neutral short circuit (Figure 3c)
t	Transformed value
E	Earth
F	Fault, short-circuit location
HV	High-voltage, high voltage side of a transformer
LV	Low-voltage, low voltage side of a transformer
L	Line or cable
M	Asynchronous motor or group of asynchronous motors
N	Neutral of a three-phase a.c. system
Q	Feeder connection point
T	Transformer

5.3 Superscripts

"	Initial (subtransient) value
'	Resistance or reactance per unit length

6. Types de court-circuit

Les types de court-circuit suivants sont traités:

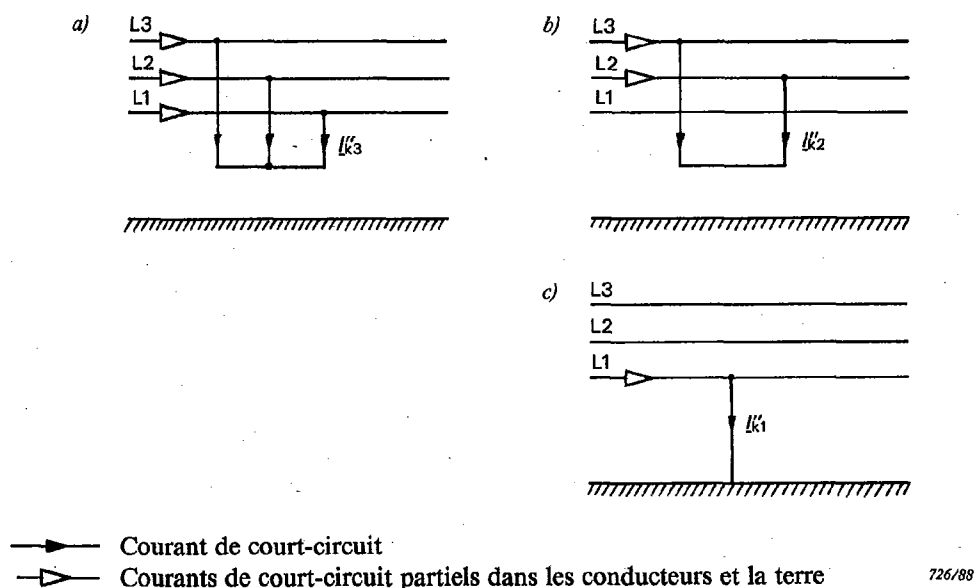


FIG. 3. — Caractérisation des courts-circuits et de leurs courants. La direction des flèches relatives aux courants est arbitraire.

a) Court-circuit triphasé symétrique.

b) Court-circuit biphasé isolé.

c) Court-circuit phase-terre.

7. Méthodes de calcul et hypothèses

7.1 Composantes symétriques

Le calcul des courants de court-circuit dissymétriques est facilité par l'emploi des composantes symétriques.

Pour les réseaux à basse tension éloignés des générateurs, traités dans le présent guide d'application, seules les impédances de court-circuit directes $Z_{(1)}$ et homopolaires $Z_{(0)}$ sont considérées.

L'impédance de court-circuit directe $Z_{(1)}$ à l'emplacement du court-circuit F s'obtient, comme indiqué par la figure 2a, en appliquant en F un système direct symétrique de tensions. Toutes les machines tournantes étant court-circuitées en amont de leurs impédances internes.

L'impédance de court-circuit homopolaire $Z_{(0)}$ à l'emplacement du court-circuit F s'obtient, comme indiqué par la figure 2b, en appliquant une tension alternative entre les phases court-circuitées et le retour commun.

Sauf dans des cas particuliers, l'impédance de court-circuit homopolaire diffère de l'impédance de court-circuit directe.

7.2 Source de tension équivalente à l'emplacement du court-circuit

Le courant de court-circuit à l'emplacement du court-circuit F est obtenu au moyen d'une source de tension équivalente appliquée en ce point.