IEC 60909-0

Edition 3.0 2026-07

NORME INTERNATIONALE

Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif - Partie 0: Calcul des courants

ICS 17.220.01; 29.240.20

ISBN 978-2-8327-1382-2



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2026 IEC, Geneva, Switzerland

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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

A propos de l'IEC
La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC
Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform
La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, …). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch
Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 5
INTRODUCTION 7
1 Domaine d'application 8
2 Références normatives 9
3 Termes et définitions 9
4 Symboles, indices inférieurs et supérieurs 14
4.1 Généralités 14
4.2 Symboles 15
4.3 Indices 16
4.4 Indices supérieurs 18
5 Caractéristiques des courants de court-circuit: méthode de calcul 18
5.1 Généralités 18
5.2 Méthode de calcul 21
5.2.1 Généralités 21
5.2.2 Source de tension équivalente au point de court-circuit 23
5.2.3 Installations modélisées comme sources de courant 24
5.2.4 Hypothèses de calcul 25
5.2.5 Composantes symétriques 25
6 Modélisation d'équipements électriques pour les calculs de courts-circuits 26
6.1 Généralités 26
6.2 Lignes aériennes et câbles 26
6.3 Transformateurs 26
6.3.1 Transformateurs à deux enroulements 26
6.3.2 Transformateurs à trois enroulements 27
6.3.3 Facteurs de correction d'impédance pour transformateurs de réseau à deux et trois enroulements 29
6.4 Bobines d'inductance 30
6.4.1 Généralités 30
6.4.2 Bobines d'inductance shunt 30
6.4.3 Bobines d'inductance série 31
6.5 Condensateurs 31
6.5.1 Condensateurs-shunt 31
6.5.2 Condensateurs-série 31
6.6 Charges non rotatives 31
6.7 Réseaux d'alimentation 31
6.8 Machines synchrones 33
6.8.1 Généralités 33
6.8.2 Alternateurs synchrones 34
6.8.3 Compensateurs synchrones 35
6.8.4 Moteurs synchrones 35
6.9 Machines asynchrones 35
6.9.1 Généralités 35
6.9.2 Alternateurs asynchrones 36
6.9.3 Moteurs asynchrones 36
6.10 Convertisseurs électroniques de puissance 37
6.10.1 Convertisseurs électroniques de puissance avec diodes ou thyristors 37

6.10.2 Convertisseurs électroniques de puissance avec dispositifs à semiconducteurs pouvant être mis hors tension, par exemple IGBT 37
6.11 Unités de groupe de production 37
6.11.1 Généralités 37
6.11.2 Groupes de production avec alternateurs synchrones 37
6.11.3 Groupes de production avec alternateur asynchrone 39
6.11.4 Groupes de production avec alternateur asynchrone à double alimentation 39
6.11.5 Groupes de production avec convertisseur grande capacité 40
6.12 Centrales électriques 40
6.13 Moteurs alimentés par convertisseur 42
6.13.1 Généralités 42
6.13.2 Moteurs alimentés par convertisseur avec convertisseurs côté réseau utilisant des diodes ou des thyristors 42
6.13.3 Moteurs alimentés par convertisseur avec convertisseurs côté réseau utilisant des dispositifs à semiconducteurs pouvant être mis hors tension, par exemple IGBT 43
6.14 Appareils FACTS et systèmes de transmission HVDC 43
6.14.1 Appareils FACTS 43
6.14.2 Systèmes de transmission en courant continu haute tension (HVDC) 44
7 Calcul des courants de court-circuit initiaux 44
7.1 Vue d'ensemble 44
7.1.1 Généralités 44
7.1.2 Courants de court-circuit maximaux 47
7.1.3 Courants de court-circuit minimaux 47
7.2 Court-circuit triphasé 48
7.3 Court-circuit entre phases 48
7.4 Court-circuit entre phases avec mise à la terre 49
7.5 Court-circuit monophasé 50
8 Calcul du courant de court-circuit de crête 50
8.1 Court-circuit triphasé à alimentation unique 50
8.2 Courts-circuits triphasés à alimentation multiple 52
8.3 Courts-circuits dissymétriques 53
9 Calcul des courants symétriques coupés 53
9.1 Courts-circuits triphasés à alimentation unique 53
9.1.1 Courants symétriques coupés alimentés par des machines synchrones 53
9.1.2 Courant symétrique coupé alimenté par des machines asynchrones 54
9.1.3 Courant symétrique coupé alimenté par des groupes de production avec alternateur asynchrone à double alimentation 56
9.1.4 Courant symétrique coupé alimenté par des groupes de production avec convertisseur grande capacité 56
9.1.5 Courant symétrique coupé alimenté par le réseau d'alimentation 57
9.2 Courts-circuits triphasés à alimentation multiple 57
9.3 Courts-circuits dissymétriques à alimentation unique et multiple 58
10 Composante continue et courant coupé dissymétrique 58
11 Calcul des courants de court-circuit permanents 59
11.1 Généralités 59
11.2 Courts-circuits triphasés 59
11.2.1 Courants de court-circuit permanents alimentés par une seule machine synchrone ou un groupe de production avec alternateur synchrone 59

11.2.2 Courants de court-circuit permanents de machines asynchrones 62
11.2.3 Courants de court-circuit permanents de groupes de production avec alternateur asynchrone à double alimentation 62
11.2.4 Courants de court-circuit permanents d'un groupe de production avec convertisseur grande capacité 62
11.2.5 Courants de court-circuit permanents d'un réseau d'alimentation 63
11.2.6 Courants de court-circuit permanents en cas de courts-circuits à alimentation multiple 63
11.3 Courts-circuits dissymétriques à alimentation unique et multiple 63
12 Courts-circuits de transformateur du côté basse tension, si une phase est ouverte côté haute tension 64
13 Courts-circuits aux bornes des moteurs asynchrones 65
14 Courant de court-circuit équivalent thermique et intégrale de Joule 65
Annexe A (informative) Courant de court-circuit alimenté par un groupe de production avec alternateur synchrone 69
Annexe B (normative) Formules pour le calcul des facteurs m et n 73
Bibliographie 74

Figure 1 – Courant de court-circuit (schéma de principe) 20
Figure 2 – Représentation du calcul du courant de court-circuit symétrique initial I''_k 22
Figure 3 – Caractérisation des courts-circuits et de leurs courants 23
Figure 4 – Transformateur à trois enroulements 29
Figure 5 – Schéma du réseau et schéma de circuit équivalent pour réseaux d'alimentation 32
Figure 6 – Exemple d'une centrale électrique avec points de court-circuit constituée de groupes de production selon 6.11.3 à 6.11.5 41
Figure 7 – Schéma d'équivalence des circuits (système à séquence positive) d'une centrale électrique avec groupes de production PA, PD et PC pour un court-circuit au point F2 41
Figure 8 – Exemples de courts-circuits à alimentation unique 45
Figure 9 – Exemples de courts-circuits à alimentation multiple 46
Figure 10 – Facteur κ pour les circuits en série en fonction du rapport R/X ou X/R 51
Figure 11 – Facteur μ pour le calcul du courant de court-circuit symétrique coupé I_b alimenté par des machines synchrones ou asynchrones 54
Figure 12 – Facteur q pour le calcul du courant de court-circuit symétrique coupé triphasé de machines asynchrones 56
Figure 13 – Facteurs λ_{min} et λ_{max} pour machines synchrones à rotor cylindrique 61
Figure 14 – Facteurs λ_{min} et facteurs λ_{max} pour machines synchrones à pôles saillants 61
Figure 15 – Courts-circuits au secondaire des transformateurs, si une phase (fusible) est ouverte du côté haute tension d'un transformateur Dy(n)5 64
Figure 16 – Facteur m pour l'effet thermique de la composante continue du courant de court-circuit 67
Figure 17 – Facteur n pour l'effet thermique de la composante alternative du courant de court-circuit 68
Figure A.1 – Courants de court-circuit initiaux et courants de court-circuit partiels initiaux pour trois emplacements de court-circuit différents, à l'intérieur d'un groupe de production avec alternateur synchrone 71

Tableau 1 – Facteur de tension c 24

Tableau 2 – Facteurs α et β pour le calcul des courants de court-circuit à l'aide de la Formule (94), rapport de transformation assigné $t_r = U_{rTHV}/U_{rTLV}$ 65

Tableau 3 – Calcul des courants de court-circuit des moteurs asynchrones dans le cas d'un court-circuit aux bornes..... 66

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif - Partie 0: Calcul des courants

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse https://patents.iec.ch et/ou www.iso.org/patents. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevet.

L'IEC 60909-0 a été établie par le comité d'études 73 de l'IEC: Courants de court-circuit. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2016. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) restructuration et complétion des articles, notamment restructuration et actualisation de l'Article 6;
b) restructuration des indices.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
73/220/CDV	73/236/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60909, publiées sous le titre général *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif*, se trouve sur le site Web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

– reconduit,
– supprimé, ou
– révisé.

INTRODUCTION

L'IEC 60909-0 a pour principal objectif le calcul des courants de court-circuit maximal et minimal des courts-circuits boulonnés (voir 5.2.4). Les résultats du calcul peuvent servir d’entrée pour d’autres évaluations telles que le calcul du courant d’arc, comme décrit par exemple dans l’IEEE 1584.

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60909 est applicable au calcul des courants de court-circuit

– dans les réseaux triphasés basse tension en courant alternatif,
– dans les réseaux triphasés haute tension en courant alternatif, et
– fonctionnant à une fréquence nominale de 50 Hz ou de 60 Hz.

Les réseaux soumis aux tensions les plus élevées (550 kV et plus) et associés à des lignes de transport de grande longueur ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

Le présent document établit une procédure générale, réalisable et concise, qui génère des résultats qui sont en général d'une exactitude acceptable. Pour établir cette méthode de calcul, une source de tension équivalente au point de court-circuit est introduite. Cela n'exclut pas l'utilisation de méthodes particulières, par exemple la méthode de superposition, appliquées à des cas précis, si elles conduisent à une précision au moins égale. La méthode de superposition donne le courant de court-circuit par rapport au flux de puissance présupposé. C'est pourquoi cette méthode ne permet pas nécessairement d'obtenir le courant de court-circuit maximal respectivement associé au courant de court-circuit minimal.

Le présent document traite du calcul des courants de court-circuit dans le cas de courts-circuits symétriques et dissymétriques.

Un défaut simple entre phase et terre se produisant dans des réseaux avec mise à la terre isolée ou en résonance du point neutre ne relève pas du domaine d'application du présent document.

Pour les courants existant pendant deux courts-circuits distincts simultanés entre phase et terre dans un réseau à neutre isolé ou dans un réseau à neutre compensé, voir l'IEC 60909-3.

Les courants et impédances de court-circuit peuvent également être déterminés par des essais en réseau, par des mesures sur un analyseur de réseau ou par des simulations numériques employant des programmes électromagnétiques. Dans les réseaux basse tension existants, l'impédance de court-circuit peut être déterminée à partir des mesures effectuées au point de court-circuit présumé.

Le calcul de l'impédance de court-circuit s'effectue en général à partir des valeurs assignées des matériels électriques et de la configuration du réseau, et présente l'avantage d'être susceptible de s'appliquer aussi bien aux réseaux existants qu'aux réseaux à l'état de projet.

En général, deux types de courants de court-circuit d'amplitude différente sont pris en compte dans les calculs:

– courant de court-circuit maximal, qui détermine la capacité ou le régime assigné du matériel électrique;
– courant de court-circuit minimal, qui peut servir, par exemple, au choix des fusibles et au calibrage des dispositifs de protection ainsi qu'au contrôle de la mise en marche des moteurs.

NOTE Lors d'un court-circuit triphasé, le courant s'établit, par hypothèse, simultanément sur les trois phases. Les recherches concernant les courts-circuits non simultanés qui peuvent conduire à des composantes apériodiques majorées du courant de court-circuit ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

Le présent document ne couvre pas le cas de courants de court-circuit provoqués intentionnellement et sous contrôle (stations d'essais de court-circuit).

Le présent document ne traite pas du calcul des courants de court-circuit dans les installations à bord des navires et des avions.

Pour le calcul des courants de court-circuit, le présent document ne fait pas de distinction entre les convertisseurs autonomes (ou "grid-forming") et les convertisseurs passifs (ou "grid-following").

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60050-131, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) - Partie 131: Théorie des circuits*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-131, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

– IEC Electropedia: disponible à l'adresse https://www.electropedia.org/
– ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

3.1
court-circuit
chemin conducteur accidentel ou intentionnel entre deux ou plusieurs parties conductrices (p. ex. court-circuit triphasé), forçant les différences de potentiel électriques entre ces parties conductrices à être nulles ou proches de zéro

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-04, modifié – L'expression entre parenthèses "(par exemple court-circuit triphasé)" a été ajoutée.]

3.1.1
court-circuit entre phases
court-circuit biphasé
chemin conducteur accidentel ou intentionnel entre deux conducteurs de ligne à la terre ou isolés

3.1.2
court-circuit phase-terre
court-circuit monophasé
chemin conducteur accidentel ou intentionnel dans un réseau à neutre mis directement à la terre ou à neutre impédant entre un conducteur de phase et la terre locale

3.2
courant de court-circuit
surintensité résultant d'un court-circuit dans un circuit électrique

Note 1 à l'article: Il est nécessaire de faire une distinction entre le courant de court-circuit au point de court-circuit et les courants de court-circuit partiels dans les branches du réseau (voir la Figure 3) en un point quelconque du réseau.