

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical installations in ships –
Part 202: System design – Protection**

**Installations électriques à bord des navires –
Partie 202: Conception des systèmes – Protection**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 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 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 Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
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.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 60092-202

Edition 5.0 2016-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical installations in ships –
Part 202: System design – Protection**

**Installations électriques à bord des navires –
Partie 202: Conception des systèmes – Protection**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 47.030.60

ISBN 978-2-8322-3599-7

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD	4
INTRODUCTION	7
1 Scope	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 General requirements	10
4.1 General	10
4.2 Basic protection	10
4.3 Studies and calculations	10
5 Electrical load study	11
6 Short-circuit current calculations	11
7 Protection discrimination study	11
7.1 General	11
7.2 Current selectivity	12
7.3 Time-current selectivity	12
7.4 Alternative protection schemes	12
8 Characteristics and choice of protective devices with reference to short-circuit rating	12
8.1 General	12
8.2 Protective devices	12
8.3 Rated short-circuit breaking capacity	13
8.4 Rated short-circuit making capacity	13
8.5 Co-ordinated choice of protective devices with regard to discrimination requirements	13
9 Choice of protective devices with reference to overload	14
9.1 Mechanical switching devices	14
9.2 Fuses for overload protection	14
9.3 Static or solid state switching devices	15
10 Choice of protective devices with regard to their application	15
10.1 General	15
10.2 Generator protection	15
10.2.1 General	15
10.2.2 Protection against short-circuits and fault currents on the generator side	15
10.3 Protection of essential services	16
10.4 Protection of transformers	16
10.5 Circuit protection	16
10.6 Motor protection	16
10.7 Accumulator (storage) battery protection	17
10.8 Protection of meters, pilot lamps and control circuits	17
10.9 Protection of static or solid-state devices	17
11 Reverse power and reverse current protection for AC generators	17
12 Undervoltage protection	17
12.1 A.C. and DC generators	17
12.2 A.C. and DC motors	18
13 Overvoltage protection	18

13.1	General.....	18
13.2	Transformers	18
13.3	AC machines	18
14	Protection against under- and over-frequency.....	18
	Bibliography.....	19
	Figure 1 – Continuity of supply and service.....	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –**Part 202: System design – Protection****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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 60092-202 has been prepared by IEC technical committee 18: Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 1994 and Amendment 1:1996. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

This document: Clause/subclause No. and heading	Previous document: Corresponding clause/subclause No., remark
1 Scope	1, No change
2 Normative references	2, Updated
3 Definitions	3, Several definitions changed and added
4 General requirements	4, Text changed
4.1 General	New clause/subclause
4.2 Basic protection	New clause/subclause
4.3 Studies and calculations	New clause/subclause
5 Electrical load study	New clause/subclause
6 Short-circuit current calculations	5, Heading change
-	5.1, Text changed and moved to new Clause 6
-	5.2, Text deleted, for DC-Systems reference to IEC 61660-1 added
7 Protection discrimination study	New clause/subclause
7.1 General	New clause/subclause
7.2 Current selectivity	New clause/subclause
7.3 Time-current selectivity	New clause/subclause
8 Characteristics and choice of protective devices with reference to short-circuit rating	6, Text completely revised and extended
8.1 General	6.1
8.2 Protective devices	New clause/subclause
8.3 Rated short-circuit breaking capacity	6.2
8.4 Rated short-circuit making capacity	6.3
8.5 Co-ordinated choice of protective devices with regard to discrimination requirements	6.4, Heading changed, new text
9 Choice of protective devices with reference to overload	7
9.1 Mechanical switching devices	7.1
9.2 Fuses for overload protection	7.2
10 Choice of protective devices with regard to their application	8
10.1 General	8.1
10.2 Generator protection	8.2
10.3 Protection of essential services	8.3
10.4 Protection of transformers	8.4
10.5 Circuit protection	8.5
10.6 Motor protection	8.6
10.7 Accumulator (storage) battery protection	8.9
10.8 Protection of meters, pilot lamps and control circuits	8.10
10.9 Protection of static or solid-state devices	8.11
11 Reverse power and reverse current protection for AC generators	9
11 Reverse power and reverse current protection for AC generators	9.1
-	9.2
12 Undervoltage protection	10
12.1 AC and DC generators	10.1

This document: Clause/subclause No. and heading	Previous document: Corresponding clause/subclause No., remark
12.2 AC and DC motors	10.2
13 Overvoltage protection	11
13.1 General	New clause/subclause
13.2 Transformers	11.1
13.3 AC machines	11.2
14 Protection against under- and over-frequency	New clause/subclause

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

FDIS	Report on voting
18/1538/FDIS	18/1542/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 60092 series, published under the general title *Electrical installations in ships*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

INTRODUCTION

The IEC 60092 series includes international standards for electrical installations in sea-going ships, incorporating good practice and co-ordinating as far as possible existing rules.

These standards form a code of practical interpretation and amplification of the requirements of the International Convention for the safety of life at sea, a guide for future regulations which may be prepared and a statement of practice for use by ship owners, ship builders and appropriate organizations.

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –

Part 202: System design – Protection

1 Scope

This part of IEC 60092 is applicable to the main features of the electrical protective system to be applied to electrical installations for use in ships.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 (all parts), *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems*

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

IEC TR 60909-1, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 1: Factors for the calculation of short-circuit currents according to IEC 60909-0*

IEC 60947-2:2006, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-2:2006/AMD1:2009

IEC 60947-2:2006/AMD2:2013

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61363-1, *Electrical installations of ships and mobile and fixed offshore units – Part 1: Procedures for calculating short-circuit currents in three-phase a.c.*

IEC 61660-1, *Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations – Part 1: Calculation of short-circuit currents*

IEC 62271-100, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers*

3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

rated load

the highest value of load specified for rated conditions

3.2

overload

operating conditions in an electrically undamaged circuit, which cause an overload above the rated load

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-11-08, modified — The words "which cause an over-current" has been replaced with "which cause an overload above the rated load".]

3.3

over-current

current exceeding the rated current

[SOURCE IEC 60050-441:1984, 441-11-06]

3.4

short-circuit

accidental or intentional conductive path between two or more conductive parts forcing the electric potential differences between these conductive parts to be equal to or close to zero

[SOURCE IEC 60050-195:1998, 195-04-11]

3.5

backup protection

protection equipment or system which is intended to operate when a system fault is not cleared in due time because of:

- failure or inability of a protective device closest to the fault to operate or
- failure of a protective device other than the protective device closest to the fault to operate

Note 1 to entry: This definition differs from the one given in IEC 60050-448:1995, 448-11-14.

3.6

over-current discrimination

selectivity

co-ordination of the operating characteristics of two or more over-current protective devices such that, on the incidence of over-currents within stated limits, the device intended to operate within these limits does so, while the other(s) does (do) not

Note 1 to entry: Distinction is made between series discrimination, involving different over-current protective devices passing substantially the same over-current, and network discrimination involving identical protective devices passing different proportions of the over-current.

[SOURCE 60050-441:1984, 441-17-15, modified — The term "selectivity" has been added as an equivalent term.]

3.7

total discrimination

total selectivity

selectivity (over-current discrimination) where, in the presence of two over-current protective devices in series, the protective device on the load side effects the protection without causing the other protective device to operate

[SOURCE IEC 60947-2:2006/AMD2:2013, 2.17.2, modified — The term "total discrimination" has been added as an equivalent term and the term "over-current discrimination" has been replaced by "selectivity (over-current discrimination)" in the definition.]

3.8

partial discrimination

partial selectivity

selectivity (over-current discrimination) where, in the presence of two or more over-current protective devices in series, the protective device closest to the fault at the load side effects the protection up to a given level of short-circuit current without causing the other protective devices to operate

[SOURCE IEC 60947-2:2006/AMD2:2013, 2.17.3, modified — The term "partial discrimination" has been added as an equivalent term and the definition has been rephrased..]

3.9**continuity of service**

condition where, after a fault in a circuit has been cleared, the supply to the healthy circuits is re-established

3.10**continuity of supply**

condition where during and after a fault in a circuit, the supply to the healthy circuits is permanently ensured

Note 1 to entry: This definition is different from that given in IEC 60050-614:2016, 614-01-22.

3.11**basic protection**

minimum required protection for equipment

3.12**electrical load study**

study reflecting the different operational modes and their respective load requirements

Note 1 to entry: Typical examples of operational modes are harbour, manoeuvre, seagoing mode.

4 General requirements**4.1 General**

Electrical installations shall be protected against accidental over-currents, up to and including short-circuit, by appropriate devices. Choice, arrangement and performance of the various protective devices shall provide complete and co-ordinated automatic protection in order to obtain

- elimination of the effects of faults to reduce damage to the system and the hazard of fire, and
- continuity of supply.

Under these conditions, the elements of the healthy system shall be designed and constructed to withstand the thermal and electrodynamic stresses caused by the possible over-current, including short-circuit, for the admissible durations.

4.2 Basic protection

Devices provided for basic protection shall be suitable for the equipment they are protecting, especially with regard to

- over-current,
- short-circuit, and
- earth fault, as appropriate.

The complexity of the protections is driven by a number of factors such as improved system performance, reliability, and reduction of the damage to the equipment for economical reason. Additional protection features shall not interfere with the basic protection requirements of this standard.

Electrical installation shall be provided with protections against electric shock in accordance with IEC 61140.

4.3 Studies and calculations

Studies and calculations shall demonstrate the proper coordination of power ratings, load requirements, system dynamics and protection.

In order to confirm the design of the electrical system and to confirm the ratings of the equipment selected, system studies shall be carried out. The system studies and calculation shall include

- an electrical load study (see Clause 5),
- short-circuit current calculations (see Clause 6), and
- a protection discrimination study (see Clause 7).

5 Electrical load study

An electrical load list shall be prepared to establish the electrical power requirements throughout the installation.

Based on analysis, load shedding shall be applied when required in order to avoid a blackout. Load shedding can be implemented by shedding of individual/groups of consumers or by appropriate separation of switchboard busbars.

Care should be taken to ensure that the response time is sufficient to enable the load shedding system to perform its function and maintain a stable electrical system.

Load estimates should be carried out for all operational conditions, for example

- navigation at sea,
- estuary trading and navigation close to port, and
- emergency power supply.

6 Short-circuit current calculations

The fault currents that flow as a result of short-circuits shall be calculated at each system voltage under three-phase fault conditions. These calculated currents shall be used to select suitably rated equipment and to allow the selection and setting of protective devices to ensure that successful discriminatory fault clearance is achieved.

The fault current shall be calculated for maximum and minimum system supply. The contribution of induction motors should be included in the study.

For general information regarding short-circuit calculations, reference shall be made to IEC 61363-1, IEC 60909-0 and IEC TR 60909-1 for AC systems, and IEC 61660-1 for DC systems.

IEC 60909 (all parts) is written for installations in which the short-circuit behaviour is predominantly ruled by passive elements (e.g. transformers, cables). It shall therefore only be applied for small transformer-fed low voltage installations. In all other cases, IEC 61363-1, which takes generator short-circuit behaviour into account, shall be applied.

Where precise information of their characteristics is lacking, the contribution of induction motors for determining the maximum peak value attainable by the short-circuit current (i.e. the value of the current to be added to the maximum peak value of the short-circuit due to the generators) can be taken as equal to $8 I_n$ where I_n is the sum of the rated currents of the motors estimated normally when simultaneously in service (I_n is an RMS value).

For more precise calculation, the following RMS values may be used:

- at the instant of short-circuit occurrence (sub-transient value): $6,25 I_n$
- at the instant T , i.e. after one cycle from short-circuit inception: $2,5 I_n$
- at the instant $2T$, i.e. after two cycles from short-circuit inception: $1,0 I_n$

7 Protection discrimination study

7.1 General

A coordination study shall be carried out to determine the setting of the protective relays and direct acting circuit-breakers (see Clause 4).

In general, the two protection schemes described in 7.2 and 7.3 are possible.

7.2 Current selectivity

This type of selectivity is based on the observation that the closer the fault point is to the power supply of the installation, the higher the short-circuit current is. It is therefore possible to discriminate the zone the fault occurred in by setting the instantaneous protections to different current values.

The coordination of protection devices shall consider tolerances and accuracies.

Because of the large variation in short currents due to different operational conditions, current selectivity shall be used with caution and may not be achievable in all instances.

7.3 Time-current selectivity

Time-current selectivity makes trip selectivity by adjusting the protections so that the load-side protection, for all possible over-current values, trips more rapidly than the supply-side circuit-breaker. When the trip times of the two circuit-breakers are analysed, it is necessary to consider

- the tolerances over the thresholds and trip times, and
- the real currents circulating in the circuit-breakers.

7.4 Alternative protection schemes

Alternative protection schemes are permissible provided that the same level of protection is achieved.

8 Characteristics and choice of protective devices with reference to short-circuit rating

8.1 General

Protection against short-circuit shall be provided by circuit-breakers or fuses. For AC systems with a voltage higher than 1 kV, special consideration of fuses shall be made regarding their characteristics.

The use of a protective device not having a short-circuit breaking or making capacity at least equal to the maximum prospective short-circuit current at the point where it is installed is allowed, provided that it is backed-up by a fuse or by a circuit-breaker on the generator side, having at least the necessary short-circuit rating and not being the generator circuit-breaker. The same fuse or circuit-breaker may back up more than one circuit-breaker when essential services are not involved.

A separate current limiter to increase the short-circuit breaking capacity of a circuit-breaker may be used according to the manufacturer's instructions. The same current limiter can back up more than one circuit-breaker. The connection between current limiter and circuit-breaker(s) shall be made in such a way as to minimize the risk of short-circuit.

For low voltage systems, the short-circuit performance of the arrangement shall at least be equal to the requirements of IEC 60947-2.

NOTE For low voltage switchgear, further information can be found in IEC 60947-2:2006/AMD2:2013, Annex A.

For high voltage systems, the short-circuit performance of the arrangement shall at least be equal to the requirements of IEC 62271-100.

8.2 Protective devices

Protective devices for short-circuit protection shall conform to the requirements of the IEC standards concerning circuit-breakers and fuses, but it shall be taken into account that the conditions of the ship's installations may differ from the conditions foreseen in those publications, in particular with reference to the following.

- The short-circuit power factor in an AC system in a ship, which may be lower than that assumed as a basis for short-circuit rating of normal distribution circuit-breakers. Where no data are available, a short-circuit power factor of 0,2 shall be assumed.
- The sub-transient and transient component of the AC short-circuit current.
- The AC and DC decrement of short-circuit current.

As a consequence, the ratio between rated breaking capacity and the correlated making capacity of circuit-breakers corresponding to the normal conditions of distribution systems may be inadequate.

In such cases, the circuit-breakers shall be chosen with regard to their short-circuit making capacity, even though their available short-circuit breaking capacity, which complies with normal conditions, may be in excess of the one required for the actual application.

When current selectivity according to 7.2 is chosen, circuit-breakers with utilisation category A according to IEC 60947-2:2006 are acceptable.

When time current selectivity according to 7.3 is chosen, circuit-breakers shall be selected according to their rated short-time withstand current capacity I_{CW} .

Utilisation category B according to IEC 60947-2:2006 shall be used for all low voltage circuit-breakers with delayed tripping during short-circuit conditions.

High voltage circuit-breakers shall comply with IEC 62271-100.

8.3 Rated short-circuit breaking capacity

The rated short-circuit breaking capacity of every device intended for short-circuit protection shall be not less than the maximum prospective current to be broken at that point in the installation, unless a method according to 8.1 is used.

Circuit-breakers with breaking capacity identified by rated service short-circuit breaking capacity I_{CS} (IEC 60947-2:2006(AMD1:2009/AMD2:2013 4.3.5.2.2) shall be used for all generator circuits and preferably for other circuits.

Circuit-breakers with breaking capacity identified by rated ultimate service short-circuit breaking capacity I_{CU} (IEC 60947-2:2006/AMD1:2009/AMD2:2013 4.3.5.2.1) may be used where the system arrangements are such, for example by duplication and separation of supplies, that failure of the circuit-breakers will not jeopardize the safety of the vessel.

When circuit-breakers with rated ultimate short-circuit breaking capacity I_{CU} are used on main or emergency switchboards, they are to be of plug-in type.

8.4 Rated short-circuit making capacity

The rated short-circuit making capacity of every mechanical switching device intended to be closed on a short-circuit shall be adequate for the maximum peak value of the prospective short-circuit current at the point of installation (for exceptions, see 8.1).

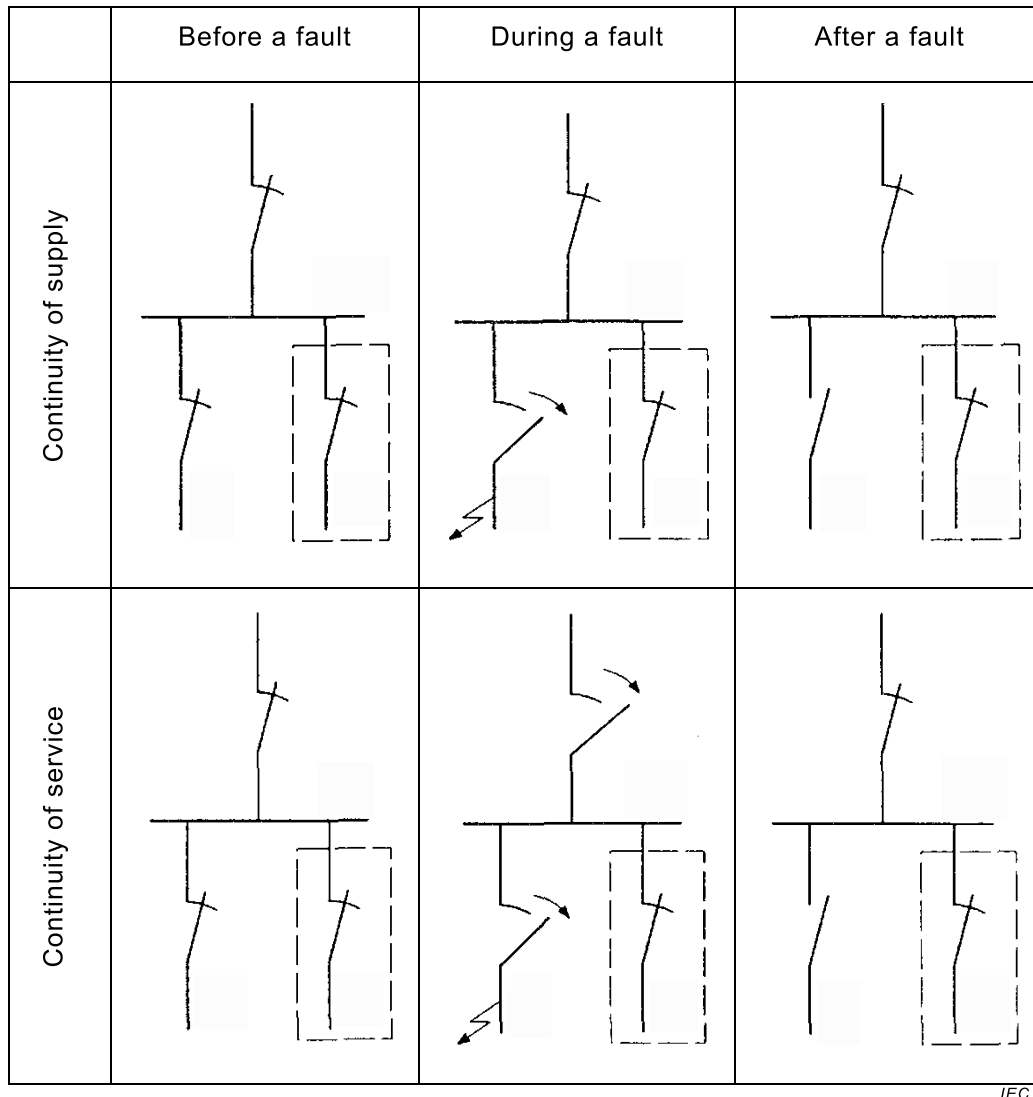
When closing on a short-circuit, the circuit breaker shall be able to withstand the short-circuit current during the time delay required due to selectivity/discrimination reasons.

8.5 Co-ordinated choice of protective devices with regard to discrimination requirements

8.5.1 Continuity of supply of healthy circuits under short-circuit conditions shall be achieved by total discrimination.

The requirement of total discrimination versus backup protection has to be decided as a part of the system study. The requirement will, among others, depend on the criticality of the individual consumer.

The protective devices shall be capable of carrying, without opening, a current no less than the short-circuit current at the point of application for a time required by total discrimination, and, by partial discrimination, up to the given short-circuit current level (see Figure 1).



IEC

Figure 1 – Continuity of supply and service

8.5.2 The preferred power supply method is continuity of supply. Where continuity of service is allowed, the operating characteristic of protective devices and of the user equipment shall be co-ordinated and verified.

9 Choice of protective devices with reference to overload

9.1 Mechanical switching devices

Mechanical switching devices provided for overload protection shall have a tripping characteristic (over-current trip time) adequate for the overload ability of the elements of the system to be protected and for any discrimination requirements.

9.2 Fuses for overload protection

The use of fuses for overload protection is permitted up to 320 A, provided they have suitable characteristics, but the use of circuit-breakers or similar devices is recommended above 200 A. For high-voltage AC systems, the use of fuses for overload protection is not acceptable.

9.3 Static or solid state switching devices

Static or solid state switching devices do not provide isolation for personal protection. Static or solid state devices provided for overload protection should have a tripping characteristic (over-current trip time) adequate for the overload ability of the elements of the system to be protected and for any discrimination requirements.

10 Choice of protective devices with regard to their application

10.1 General

Short-circuit protection shall be provided in each non-earthed line.

Overload protection shall be provided in each non-earthed line of a circuit, except that for insulated DC circuits, insulated single-phase circuits and insulated three-phase circuits with substantially balanced loads, the overload protection may be omitted in one line.

Short-circuit or overload protective devices shall not interrupt earthed lines, unless all the non-earthed lines are disconnected at the same time by multipole switching devices.

10.2 Generator protection

10.2.1 General

Generators shall be protected against short-circuits and over-currents by multipole circuit-breakers.

In particular, the over-current protection shall be adequate for the thermal capacity of the generator and within the following requirements.

- a) For over-currents of less than 10 %, consideration may be given to include an audible alarm signal, operated by a time-delay relay set at a maximum of 1,1 times the rated current of the generator and with a time delay of not more than 15 min.

A time delay of over 15 min may be adopted if this is required by operating conditions and permitted by the generator design.

- b) For over-currents between 10 % and 50 %, the circuit-breaker shall be tripped with a time delay corresponding to a maximum of 30 s at not more than 1,5 times the rated current of the generator; however, the figure of 50 % and the time delay of 30 s may be exceeded if this is required by the operating conditions, and if the construction of the generator permits it.
- c) For over-currents in excess of 50 %, "instantaneous" tripping shall be co-ordinated with the discriminative protection of the system. Short time delays may be introduced for discrimination requirements in "instantaneous" tripping devices designed for short-circuit protection. For large generators and for all high-voltage generators, protection should be provided against faults on the generator side of the circuit-breaker.
- d) Emergency generators shall be protected against short-circuit. Over-currents should not switch off the emergency generator and give an alarm only.

Consideration should be given to the protective arrangements associated with generators to ensure that they are maintained effectively even in the case of substantial reduction of speed.

Consideration should be given to the choice of protective devices used for over-current protection of generators, which will permit the power to be restored immediately after operation of the over-current protective device.

Settings and adjustments of automatic voltage regulators (AVR) shall not interfere with or replace generator protection devices.

10.2.2 Protection against short-circuits and fault currents on the generator side

When generators are intended to operate in parallel, it is necessary to take account of fault currents occurring from short circuit between the generator and its circuit-breaker.

Generators having a capacity of 1 500 kVA or above shall be equipped with a suitable protective device or system which, in the case of a short-circuit in the generator or in the

supply cable between the generator and its circuit-breaker, will de-excite the generator and open the circuit-breaker. This does not apply to emergency generators.

Specific circumstances may require similar protection for lower capacity generators, for example for the protection of personnel and excessive lengths of supply cable.

10.3 Protection of essential services

Where the load consists of essential services and non-essential services, consideration shall be given to an arrangement which will automatically exclude non-essential services when any one generator becomes overloaded by power or current. This load-shedding may be carried out in one or more stages, according to the overload ability of the generating sets.

10.4 Protection of transformers

The primary winding of transformers shall be protected against short-circuits by multipole circuit-breakers or by fuses against short-circuits according to the requirements of Clause 8. Disconnecting links for secondary windings shall be provided when transformers are arranged for parallel operation.

Overload protection shall as a minimum be provided on one winding side of the transformer.

Oil-cooled transformers shall be protected by a Buchholz relay or equivalent protection systems. Special considerations are to be given to the correct operation of such relays and systems in inclined static and dynamic conditions.

Where power can be fed into secondary windings, short-circuit protection shall be considered in the secondary connections.

10.5 Circuit protection

10.5.1 Each distribution circuit shall be protected against overload and short-circuits by means of multipole circuit-breakers or fuses, according to the requirements of 8.4 and 8.5.

Care shall be taken to ensure that the protective arrangements remain effective in the case of the smallest generator supplying power in a system using generators arranged for parallel operation.

10.5.2 Cables in parallel which are formed of conductors of nominal cross-section not less than 50 mm² may be considered, from the point of view of protection, as a single cable.

10.5.3 Circuits supplying consuming devices having individual overload protection (e.g. motors, see 10.6.5), or consuming devices which cannot be overloaded (e.g. permanently wired heating circuits) may be provided with short-circuit protection only.

10.5.4 In domestic wet areas (e.g. sanitary spaces, galleys, laundries), socket-outlet shall be additionally protected by a residual current device (RCD) with rated residual operating current not exceeding 30 mA, or shall be individually supplied by a dedicated isolation transformer.

10.6 Motor protection

10.6.1 Motors having a power rating exceeding 1,0 kW shall be individually protected against overload.

10.6.2 For motors intended for essential services, the protection against overload may be replaced by an alarm device. For steering gear motors and fire pumps, the protection against overload shall be replaced by an alarm device.

10.6.3 The protective devices shall be designed to allow current to pass during the normal accelerating period of motors according to the conditions corresponding to normal use. When the time-current characteristics of the overload protective device of a motor are not adequate for the starting period of the motor, the overload protecting device may be rendered inoperative during the accelerating period provided that the protection against short-circuits remains operative and that the suppression of the overload protection is only temporary.

10.6.4 Protective devices for continuous duty motors shall have a time-delay characteristic which ensures reliable thermal protection of the motors for overload conditions.

10.6.5 The protective devices shall be set to limit the maximum continuous current to between 100 % and 120 % of the rated current of the protected motor.

10.6.6 For intermittent duty motors, the current setting and the delay characteristics (as a function of time) for protective devices shall be chosen after considering the actual service conditions.

10.6.7 When fuses are used to protect polyphase motor circuits, consideration shall be given to protection against single-phasing.

10.7 Accumulator (storage) battery protection

Accumulator (storage) batteries other than engine-starting batteries shall be protected against overload and short-circuits with devices placed as near as practicable to the batteries unless short-circuit-proof cable is used.

Emergency batteries supplying essential services shall have short-circuit protection only.

10.8 Protection of meters, pilot lamps and control circuits

Protection shall be ensured for indicating and measuring devices by means of fuses or circuit-breakers.

For other circuits, over-current protection in circuits such as those of voltage regulators should be omitted where loss of voltage might have serious consequences. If over-current protection is omitted, means shall be provided to prevent risk of fire in the unprotected part of the installation.

Voltage regulators should be protected separately from all other instrument circuits.

Over-current protection shall be placed as near as practicable to the tapping from the supply.

10.9 Protection of static or solid-state devices

Appropriate protection shall be incorporated in the static or solid-state devices for protection of the cells and to protect against the effects of internal short-circuits in the cells.

Protection of the distribution circuit which connects the static or solid-state device to the source of power shall be given by means of a circuit-breaker whose tripping characteristics are selected to co-ordinate with the melting characteristics of the fuse if used, so as to ensure protection of the cells against all injurious over-currents.

11 Reverse power and reverse current protection for AC generators

A.C. generators arranged for parallel operation shall be provided with time-delayed reverse active power protection.

The setting of protection devices is recommended in the range 2 % to 6 % of the rated power for turbines and in the range 8 % to 15 % of the rated power for diesel engines.

A fall of 50 % in the applied voltage shall not render the reverse power protection inoperative, although it may alter the amount of reverse power required to open the breaker.

12 Undervoltage protection

12.1 A.C. and DC generators

For generators arranged for parallel operation with one another or with a shore power feeder, measures shall be taken to prevent the generator circuit-breaker from closing if the generator is not generating and to prevent the generator circuit-breaker remaining connected to the busbar if the voltage collapses.

In the case of an undervoltage release provided for this purpose, the operation shall be instantaneous when preventing closure of the circuit-breaker, but shall be delayed for discrimination purposes for the time required by the short-circuit protection device to clear the fault (backup protection).

12.2 A.C. and DC motors

12.2.1 Motors rated above 1,0 kW shall be provided with either:

- a) undervoltage protection, operating on the reduction or failure of voltage, to cause and maintain the interruption of power in the circuit until the motor is deliberately restarted, or
- b) undervoltage release, operating on the reduction or failure of voltage, but so arranged that the motor restarts automatically and without excessive starting current on restoration of voltage, provided that the starter (which may be controlled, e.g. by thermostatic, pneumatic or hydraulic devices) still makes the requisite connections for a restart and that the restarting of all motors does not occur simultaneously if it is necessary to avoid, for example, too large a voltage dip or current surge.

12.2.2 The protective devices shall allow the motor to start when the voltage is above 85 % of the rated voltage, and shall without fail intervene when the voltage is lower than approximately 20 % of the rated voltage, at rated frequency, and with time delay when necessary.

Undervoltage protection need not necessarily be provided for steering gear motors and other motors which have to be continuously available.

13 Overvoltage protection

13.1 General

Circuits such as generator and external power sources shall be provided with overvoltage protection to avoid damage to the connected equipment.

13.2 Transformers

Adequate precautions shall be taken to prevent any low-voltage system supplied through transformers from being charged by leakage from a high-voltage system of the transformer. An earthed screen winding is regarded as adequate precaution.

13.3 AC machines

Adequate precautions shall be taken in high-voltage AC systems to limit and/or cope with overvoltage due to switching to ensure protection of AC machines.

14 Protection against under- and over-frequency

Each generator shall be protected against over- and under-frequencies. Over- and under-frequency settings are to be co-ordinated within the system design (e.g. power management system and/or grid configuration).

Bibliography

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at
<<http://www.electropedia.org>>)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	22
INTRODUCTION.....	25
1 Domaine d'application.....	26
2 Références normatives	26
3 Termes et définitions	26
4 Exigences générales.....	28
4.1 Généralités	28
4.2 Protection principale	28
4.3 Études et calculs.....	29
5 Étude de charge électrique	29
6 Calculs des courants de courts-circuits	29
7 Étude de sélectivité des protections	30
7.1 Généralités	30
7.2 Sélectivité du courant.....	30
7.3 Sélectivité temps-courant	30
7.4 Autres schémas de protection.....	31
8 Caractéristiques et choix des dispositifs de protection selon les caractéristiques assignées de court-circuit	31
8.1 Généralités	31
8.2 Dispositifs de protection	31
8.3 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit.....	32
8.4 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit	32
8.5 Choix coordonné des dispositifs de protection en fonction des exigences de sélectivité	32
9 Choix des dispositifs de protection selon la surcharge	33
9.1 Appareils mécaniques de connexion	33
9.2 Fusibles pour la protection contre les surcharges.....	33
9.3 Appareils de connexion statiques ou à semiconducteurs	34
10 Choix des dispositifs de protection selon leur application.....	34
10.1 Généralités	34
10.2 Protection des générateurs.....	34
10.2.1 Généralités	34
10.2.2 Protection contre les courts-circuits et les courants de défaut du côté du générateur	35
10.3 Protection des services essentiels	35
10.4 Protection des transformateurs	35
10.5 Protection du circuit	35
10.6 Protection du moteur	36
10.7 Protection des batteries d'accumulateurs.....	36
10.8 Protection des dispositifs de mesure, des lampes témoins et des circuits de commande	37
10.9 Protection des dispositifs statiques ou à semiconducteurs.....	37
11 Protection contre la puissance inverse et le courant inverse pour les générateurs en courant alternatif.....	37
12 Protection à minimum de tension	37
12.1 Générateurs en courant alternatif et en courant continu	37

12.2	Moteurs à courant alternatif et à courant continu	38
13	Protection à maximum de tension.....	38
13.1	Généralités	38
13.2	Transformateurs.....	38
13.3	Machines à courant alternatif.....	38
14	Protection contre les sous-fréquences et les surfréquences	38
	Bibliographie	39
	Figure 1 – Continuité d'alimentation et continuité de service	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 202: Conception des systèmes – Protection

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La présente Norme internationale IEC 60092-202 a été établie par le comité d'études 18 de l'IEC: Installations électriques des navires et des unités mobiles et fixes en mer.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 1994 et l'Amendement 1:1996. Cette édition constitue une révision technique.

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

Le présent document: N° d'article/de paragraphe et intitulé	Document précédent: N° d'article/de paragraphe, remarque
1 Domaine d'application	1, Aucune modification
2 Références normatives	2, Mis à jour
3 Définitions	3, Modification et ajout de plusieurs définitions
4 Exigences générales	4, Texte modifié
4.1 Généralités	Nouvel article/Nouveau paragraphe
4.2 Protection principale	Nouvel article/Nouveau paragraphe
4.3 Études et calculs	Nouvel article/Nouveau paragraphe
5 Étude de charge électrique	Nouvel article/Nouveau paragraphe
6 Calculs des courants de courts-circuits	5, Intitulé modifié
-	5.1, Texte modifié et déplacé vers un nouvel Article 6
-	5.2, Texte supprimé, pour les systèmes à courant continu ajout de la référence à l'IEC 61660-1
7 Étude de sélectivité des protections	Nouvel article/Nouveau paragraphe
7.1 Généralités	Nouvel article/Nouveau paragraphe
7.2 Sélectivité du courant	Nouvel article/Nouveau paragraphe
7.3 Sélectivité temps-courant	Nouvel article/Nouveau paragraphe
8 Caractéristiques et choix des dispositifs de protection selon les caractéristiques assignées de court-circuit	6, Texte entièrement révisé et complété
8.1 Généralités	6.1
8.2 Dispositifs de protection	Nouvel article/Nouveau paragraphe
8.3 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit	6.2
8.4 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit	6.3
8.5 Choix coordonné des dispositifs de protection en fonction des exigences de sélectivité	6.4, Intitulé modifié, nouveau texte
9 Choix des dispositifs de protection selon la surcharge	7
9.1 Appareils mécaniques de connexion	7.1
9.2 Fusibles pour protection contre les surcharges	7.2
10 Choix des dispositifs de protection selon leur application	8
10.1 Généralités	8.1
10.2 Protection des générateurs	8.2
10.3 Protection des services essentiels	8.3
10.4 Protection des transformateurs	8.4
10.5 Protection du circuit	8.5
10.6 Protection du moteur	8.6
10.7 Protection des batteries d'accumulateurs	8.9
10.8 Protection des dispositifs de mesure, des lampes témoins et des circuits de commande	8.10
10.9 Protection des dispositifs statiques ou à semiconducteurs	8.11
11 Protection contre la puissance inverse et le courant inverse pour les générateurs en courant alternatif	9
11 Protection contre la puissance inverse et le courant inverse pour les générateurs en courant alternatif	9.1
-	9.2
12 Protection à minimum de tension	10

Le présent document: N° d'article/de paragraphe et intitulé	Document précédent: N° d'article/de paragraphe, remarque
12.1 Générateurs en courant alternatif et en courant continu	10.1
12.2 Moteurs à courant alternatif et à courant continu	10.2
13 Protection à maximum de tension	11
13.1 Généralités	Nouvel article/Nouveau paragraphe
13.2 Transformateurs	11.1
13.3 Machines à courant alternatif	11.2
14 Protection contre les sous-fréquences et les surfréquences	Nouvel article/Nouveau paragraphe

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
18/1538/FDIS	18/1542/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/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60092, publiées sous le titre général *Installations électriques à bord des navires*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

INTRODUCTION

La série IEC 60092 comprend des normes internationales relatives aux installations électriques à bord des navires pour la navigation maritime, comprenant les règles de bonne pratique et coordonnant entre elles, dans la mesure du possible, les règles existantes.

Ces normes constituent un code pour l'interprétation pratique et le renforcement des exigences de la Convention internationale sur la sauvegarde de la vie humaine en mer, un guide pour l'établissement des futures réglementations susceptibles d'être rédigées et un énoncé de la pratique en vigueur destiné aux armateurs, aux constructeurs de navires et aux organismes compétents.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 202: Conception des systèmes – Protection

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60092 s'applique aux principales caractéristiques du système de protection électrique à appliquer aux installations électriques à bord des navires.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60909 (toutes les parties), *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif*

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

IEC TR 60909-1, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 1: Facteurs pour le calcul des courants de court-circuit conformément à la CEI 60909-0*

IEC 60947-2:2006, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

IEC 60947-2:2006/AMD1:2009

IEC 60947-2:2006/AMD2:2013

IEC 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61363-1, *Installations électriques à bord des navires et des plates-formes mobiles et fixes en mer – Partie 1: Évaluation des courants de court-circuit en c.a. triphasé*

IEC 61660-1, *Courants de court-circuit dans les installations auxiliaires alimentées en courant continu dans les centrales et les postes – Partie 1: Calcul des courants de court-circuit*

IEC 62271-100, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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 <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

charge assignée

valeur de charge la plus élevée spécifiée pour les conditions assignées

3.2

surcharge

conditions de fonctionnement d'un circuit électriquement sain, qui provoquent une surcharge supérieure à la charge assignée

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-11-08, modifiée – Les mots "qui provoquent une surintensité" ont été remplacés par "qui provoquent une surcharge supérieure à la charge assignée".]

3.3

surintensité

courant supérieur au courant assigné

[SOURCE IEC 60050-441:1984, 441-11-06]

3.4

court-circuit

chemin conducteur accidentel ou intentionnel entre deux ou plusieurs parties conductrices forçant les différences de potentiel électriques entre ces parties conductrices à être nulles ou proches de zéro

[SOURCE IEC 60050-195:1998, 195-04-11]

3.5

protection de secours

équipement ou système de protection destiné à fonctionner lorsqu'un défaut du système n'est pas éliminé à temps à cause:

- d'une défaillance ou d'une inaptitude à fonctionner du dispositif de protection le plus proche du défaut, ou
- d'une défaillance de fonctionnement d'un dispositif de protection autre que le dispositif de protection le plus proche du défaut

Note 1 à l'article: Cette définition est différente de celle indiquée dans l'IEC 60050-448:1995, 448-11-14.

3.6

sélectivité lors d'une surintensité

coordination entre les caractéristiques de fonctionnement de plusieurs dispositifs de protection à maximum de courant de telle façon qu'à l'apparition de surintensités comprises dans des limites données, le dispositif prévu pour fonctionner dans ces limites fonctionne, tandis que le ou les autres demeurent pratiquement intacts

Note 1 à l'article: On distingue la sélectivité série réalisée par différents dispositifs de protection à maximum de courant soumis pratiquement à la même surintensité et la sélectivité de réseau réalisée par des dispositifs de protection à maximum de courant identiques soumis à des fractions différentes de la surintensité.

[SOURCE 60050-441:1984, 441-17-15]

3.7

sélectivité totale

sélectivité lors d'une surintensité dans laquelle, en présence de deux dispositifs de protection à maximum de courant placés en série, le dispositif de protection aval assure la protection sans provoquer le fonctionnement de l'autre dispositif de protection

[SOURCE IEC 60947-2:2006, 2.17.2]

3.8

sélectivité partielle

sélectivité lors d'une surintensité dans laquelle, en présence de deux dispositifs de protection ou plus à maximum de courant placés en série, le dispositif de protection le plus proche du défaut en aval assure la protection jusqu'à un niveau donné de courant de court-circuit sans provoquer le fonctionnement des autres dispositifs de protection

[SOURCE IEC 60947-2:2006, 2.17.3, modifiée — La définition a été reformulée.]

3.9

continuité de service

condition dans laquelle, après l'élimination d'un défaut dans un circuit, l'alimentation des circuits sains est rétablie

3.10

continuité d'alimentation

condition dans laquelle, pendant et après l'apparition d'un défaut dans un circuit, l'alimentation des circuits sains est assurée de façon permanente

Note 1 à l'article: Cette définition est différente de celle indiquée dans l'IEC 60050-614:2016, 614-01-22.

3.11

protection principale

protection minimale exigée pour l'équipement

3.12

étude de charge électrique

étude reflétant les différents modes de fonctionnement et leurs exigences respectives de charge

Note 1 à l'article: Les modes de fonctionnement sont par exemple le mode port, le mode manœuvre et le mode mer.

4 Exigences générales

4.1 Généralités

Les installations électriques doivent être protégées contre des surintensités accidentelles, y compris le court-circuit, par des dispositifs appropriés. Le choix, la disposition et les performances des différents dispositifs de protection doivent assurer une protection automatique complète et coordonnée afin de garantir

- l'élimination des effets des défauts, afin de réduire les dommages causés au système et le danger d'incendie, et
- la continuité d'alimentation.

Dans ces conditions, les éléments d'un système sain doivent être conçus et construits pour résister aux contraintes thermiques et électrodynamiques provoquées par la surintensité potentielle, y compris le court-circuit, pendant les durées admissibles.

4.2 Protection principale

Les dispositifs fournis pour la protection principale doivent être adaptés à l'équipement qu'ils protègent, en particulier en ce qui concerne

- les surintensités,
- les courts-circuits, et
- les défauts à la terre, selon le cas.

La complexité des protections est déterminée par plusieurs facteurs, tels que l'amélioration des performances du système, de la fiabilité, et la réduction des dommages causés aux équipements, par souci d'économie. Les caractéristiques de protection supplémentaires ne doivent pas interférer avec les exigences de protection principale indiquées dans la présente norme.

L'installation électrique doit être fournie avec les protections contre les chocs électriques, conformément à l'IEC 61140.

4.3 Études et calculs

Les études et les calculs doivent démontrer que les caractéristiques assignées de puissance, les exigences relatives à la charge, la dynamique et la protection du système sont correctement coordonnées.

Des études système doivent être réalisées afin de confirmer la conception du système électrique et les caractéristiques assignées de l'équipement sélectionné. Les études système et les calculs doivent comprendre

- une étude de charge électrique (voir l'Article 5),
- les calculs des courants de court-circuit (voir l'Article 6), et
- une étude de sélectivité des protections (voir l'Article 7).

5 Étude de charge électrique

Une liste des charges électriques doit être établie pour définir les exigences relatives à l'énergie électrique dans l'installation.

Sur la base de l'analyse, le délestage doit être appliqué lorsque cela est exigé, afin d'éviter une coupure. Ce procédé peut être réalisé par délestage des individus/groupes de consommateurs ou par une séparation appropriée des barres omnibus des tableaux de distribution.

Il convient de s'assurer que le temps de réponse est suffisant pour permettre au système de délestage de remplir sa fonction et de maintenir la stabilité du système électrique.

Il convient de réaliser des estimations de charge pour toutes les conditions de fonctionnement, par exemple

- la navigation en mer,
- les échanges commerciaux aux estuaires et le cabotage, et
- l'alimentation de secours.

6 Calculs des courants de courts-circuits

Les courants de défaut qui circulent par suite de courts-circuits doivent être calculés pour chaque tension du système dans des conditions de défaut en triphasé. Ces courants calculés doivent être utilisés pour sélectionner des équipements ayant des caractéristiques assignées adaptées et pour permettre la sélection et le réglage des dispositifs de protection, afin de parvenir à éliminer tout défaut de sélectivité.

Le courant de défaut doit être calculé pour les valeurs maximale et minimale de l'alimentation du système. Il convient d'inclure dans l'étude la contribution des moteurs asynchrones.

Pour les informations générales relatives aux calculs des courts-circuits, référence doit être faite à l'IEC 61363-1, à l'IEC 60909-0 et à l'IEC TR 60909-1 pour les systèmes à courant alternatif, et à l'IEC 61660-1 pour les systèmes à courant continu.

L'IEC 60909 (toutes les parties) est applicable aux installations dans lesquelles le comportement en court-circuit est déterminé principalement par des éléments passifs (par exemple des transformateurs, des câbles). Elle doit donc être appliquée uniquement aux installations basse tension alimentées par transformateur de petite dimension. Dans tous les autres cas, l'IEC 61363-1, qui prend en considération le comportement en court-circuit de générateur, doit être appliquée.

En l'absence d'informations précises sur les caractéristiques des moteurs asynchrones, la contribution des moteurs asynchrones permettant de déterminer la valeur de crête maximale que peut atteindre le courant de court-circuit (c'est-à-dire la valeur du courant à ajouter à la valeur de crête maximale du court-circuit dû aux générateurs) peut être considérée comme égale à $8 I_n$ où I_n est la somme des courants assignés des moteurs estimés normalement en fonctionnement simultané (I_n est une valeur efficace).

Pour des calculs plus précis, les valeurs efficaces suivantes peuvent être utilisées:

- à l'instant de l'apparition du court-circuit (valeur subtransitoire): $6,25 I_n$
- à l'instant T , c'est-à-dire au bout d'un cycle après le début du court-circuit: $2,5 I_n$
- à l'instant $2T$, c'est-à-dire au bout de deux cycles après le début du court-circuit: $1,0 I_n$

7 Étude de sélectivité des protections

7.1 Généralités

Une étude de coordination doit être effectuée pour déterminer le réglage des relais de protection et des disjoncteurs à action directe (voir l'Article 4).

Généralement, les deux schémas de protection décrits en 7.2 et 7.3 peuvent s'appliquer.

7.2 Sélectivité du courant

Ce type de sélectivité est basé sur l'observation suivante: plus le point de défaut est proche de l'alimentation de l'installation, plus le courant de court-circuit est élevé. Il est donc possible de sélectionner la zone d'apparition du défaut, en réglant les protections instantanées sur différentes valeurs du courant.

La coordination des dispositifs de protection doit tenir compte des tolérances et de l'exactitude des valeurs.

Compte tenu de la forte variation des courants de courts-circuits due aux différentes conditions de fonctionnement, la sélectivité du courant doit être utilisée avec prudence et peut ne pas être obtenue à chaque fois.

7.3 Sélectivité temps-courant

La sélectivité temps-courant détermine la sélectivité de déclenchement en ajustant les protections, de sorte que la protection aval, pour toutes les valeurs possibles de surintensité, se déclenche plus rapidement que le disjoncteur côté alimentation. L'analyse des temps de déclenchement des deux disjoncteurs nécessite de prendre en considération

- les tolérances sur les seuils et les temps de déclenchement, et
- les valeurs réelles des courants circulant dans les disjoncteurs.

7.4 Autres schémas de protection

D'autres schémas de protection sont autorisés, à condition de parvenir au même niveau de protection.

8 Caractéristiques et choix des dispositifs de protection selon les caractéristiques assignées de court-circuit

8.1 Généralités

La protection contre les courts-circuits doit être assurée par des disjoncteurs ou des fusibles. Pour les systèmes à courant alternatif d'une tension supérieure à 1 kV, une attention particulière doit être portée aux fusibles en fonction de leurs caractéristiques.

Il est admis d'utiliser un dispositif de protection ne présentant pas un pouvoir de coupure ou de fermeture en court-circuit au moins égal à la valeur maximale de courant de court-circuit présumé au point où il est installé, à condition qu'il soit renforcé par un fusible ou un disjoncteur du côté du générateur, présentant au moins les caractéristiques assignées de court-circuit nécessaires et n'étant pas le disjoncteur du générateur. Un même fusible ou disjoncteur peut renforcer plusieurs disjoncteurs s'il ne s'agit pas de services essentiels.

Un limiteur de courant séparé peut être utilisé, conformément aux instructions du constructeur, afin d'augmenter le pouvoir de coupure en court-circuit d'un disjoncteur. Le même limiteur de courant peut renforcer plusieurs disjoncteurs. La connexion entre le limiteur de courant et le(s) disjoncteur(s) doit être réalisée afin de réduire le plus possible le risque de court-circuit.

Pour les systèmes à basse tension, les caractéristiques de fonctionnement en court-circuit du dispositif doivent au moins satisfaire aux exigences de l'IEC 60947-2.

NOTE Pour les appareillages à basse tension, l'Annexe A de l'IEC 60947-2:2006/AMD2:2013 fournit de plus amples informations.

Pour les systèmes à haute tension, les caractéristiques de fonctionnement en court-circuit du dispositif doivent au moins satisfaire aux exigences de l'IEC 62271-100.

8.2 Dispositifs de protection

Les dispositifs de protection contre les courts-circuits doivent être conformes aux exigences des normes IEC applicables aux disjoncteurs et aux fusibles. Il doit cependant être tenu compte du fait que les conditions des installations à bord des navires peuvent être différentes des conditions prévues dans ces publications, en particulier pour les éléments suivants.

- Le facteur de puissance de court-circuit dans un système à courant alternatif à bord d'un navire, facteur qui peut être inférieur à la valeur prise par hypothèse comme base pour les caractéristiques assignées de court-circuit des disjoncteurs de distribution normale. En l'absence de données, un facteur de puissance de court-circuit de 0,2 doit être pris en compte par hypothèse.
- La composante subtransitoire et transitoire du courant de court-circuit en courant alternatif.
- Le décrétement en courant alternatif et en courant continu du courant de court-circuit.

Par conséquent, le rapport entre le pouvoir de coupure assigné et le pouvoir de fermeture corrélé des disjoncteurs correspondant aux conditions normales des systèmes de distribution peut être inadapté.

Dans ces cas, les disjoncteurs doivent être choisis selon leur pouvoir de fermeture en court-circuit, même si leur pouvoir de coupure en court-circuit disponible, conforme aux conditions normales, peut dépasser celui exigé pour l'application réelle.

Si la sélectivité du courant choisie est conforme à 7.2, les disjoncteurs de catégorie d'utilisation A conformément à l'IEC 60947-2:2006 sont acceptables.

Si la sélectivité temps-courant choisie est conforme à 7.3, les disjoncteurs doivent être sélectionnés selon leur capacité assignée de courant de courte durée admissible I_{CW} .

la catégorie d'utilisation B conformément à l'IEC 60947-2:2006 doit être utilisée pour tous les disjoncteurs à basse tension à déclenchement différé en conditions de court-circuit.

Les disjoncteurs à haute tension doivent être conformes à l'IEC 62271-100.

8.3 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit de chaque dispositif destiné à la protection contre les courts-circuits ne doit pas être inférieur au courant présumé maximal à couper au point considéré de l'installation, à moins d'utiliser une méthode selon 8.1.

Les disjoncteurs à pouvoir de coupure de service assigné en court-circuit I_{CS} (IEC 60947-2:2006/AMD1:2009/AMD2:2013, 4.3.5.2.2) doivent être utilisés pour tous les circuits de générateurs et de préférence pour les autres circuits.

Les disjoncteurs à pouvoir de coupure limite assigné en court-circuit I_{CU} (IEC 60947-2:2006/AMD1:2009/AMD2:2013, 4.3.5.2.1) peuvent être utilisés lorsque les dispositions du système sont telles que, par exemple en dupliquant et en séparant les alimentations, la défaillance des disjoncteurs ne compromet pas la sécurité du navire.

Lorsque des disjoncteurs à pouvoir de coupure limite assigné en court-circuit I_{CU} sont utilisés sur un tableau de distribution principal ou un tableau de distribution de secours, ils doivent être de type enfichable.

8.4 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit

Le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit de chaque appareil mécanique de connexion destiné à être fermé sur un court-circuit doit être adapté à la valeur de crête maximale du courant de court-circuit présumé au point d'installation (pour les exceptions, voir 8.1).

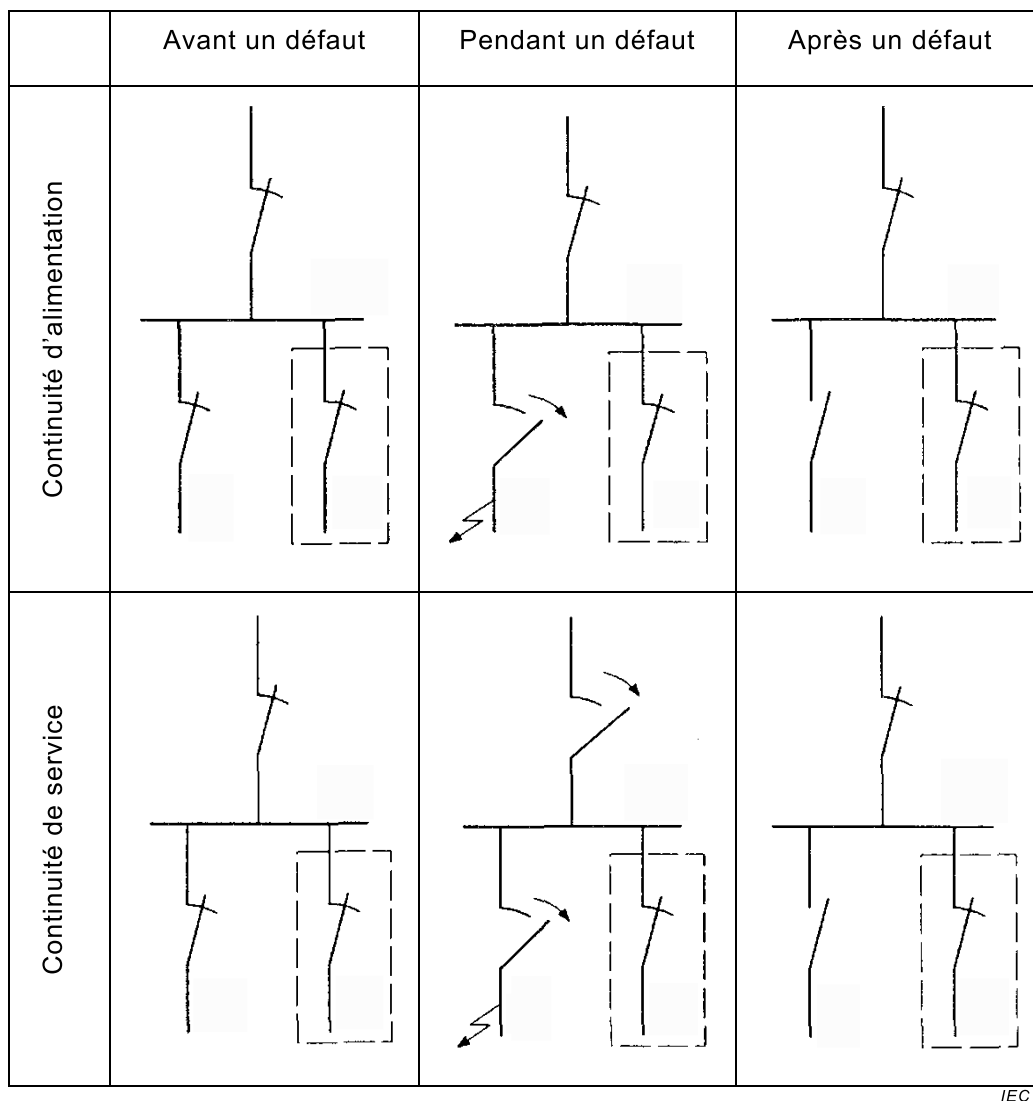
Lorsqu'il est fermé sur un court-circuit, le disjoncteur doit être capable de résister au courant de court-circuit pendant la durée exigée, pour des raisons de sélectivité.

8.5 Choix coordonné des dispositifs de protection en fonction des exigences de sélectivité

8.5.1 La continuité de l'alimentation des circuits sains en conditions de court-circuit doit être obtenue par sélectivité totale.

L'exigence relative à la sélectivité totale par rapport à la protection de secours doit être déterminée dans le cadre de l'étude système. Cette exigence dépend entre autres de la criticité du consommateur individuel.

Les dispositifs de protection doivent être capables de supporter, sans ouverture, un courant au moins égal au courant de court-circuit au point d'application pendant une durée exigée par une sélectivité totale, et une sélectivité partielle, jusqu'au niveau de courant de court-circuit donné (voir la Figure 1).



IEC

Figure 1 – Continuité d'alimentation et continuité de service

8.5.2 La méthode d'alimentation préférentielle est la continuité d'alimentation. Lorsque la continuité de service est admise, les caractéristiques de fonctionnement des dispositifs de protection et de l'équipement de l'utilisateur doivent être coordonnées et vérifiées.

9 Choix des dispositifs de protection selon la surcharge

9.1 Appareils mécaniques de connexion

Les appareils mécaniques de connexion fournis pour la protection contre les surcharges doivent présenter une caractéristique de déclenchement (temps de déclenchement de surintensité) adaptée à la capacité de surcharge des éléments du système à protéger et adaptée aux exigences de sélectivité.

9.2 Fusibles pour la protection contre les surcharges

L'utilisation de fusibles pour la protection contre les surcharges est autorisée jusqu'à 320 A, à condition que les fusibles présentent des caractéristiques adaptées. En revanche, l'utilisation de disjoncteurs ou de dispositifs similaires est recommandée au-dessus de 200 A. Pour les systèmes à courant alternatif à haute tension, l'utilisation de fusibles pour la protection contre les surcharges n'est pas acceptable.

9.3 Appareils de connexion statiques ou à semiconducteurs

Les appareils de connexion statiques ou à semiconducteurs n'assurent pas le sectionnement pour la protection des personnes. Il convient que les appareils de connexion statiques ou à semiconducteurs fournis pour la protection contre les surcharges présentent une caractéristique de déclenchement (temps de déclenchement de surintensité) adaptée à la capacité de surcharge des éléments du système à protéger et adaptée aux exigences de sélectivité.

10 Choix des dispositifs de protection selon leur application

10.1 Généralités

La protection contre les courts-circuits doit être assurée pour chaque ligne non mise à la terre.

La protection contre les surcharges doit être assurée pour chaque ligne non mise à la terre d'un circuit. Une exception s'applique pour les circuits isolés en courant continu, les circuits isolés monophasés et les circuits isolés triphasés avec des charges sensiblement équilibrées, pour lesquels la protection contre les surcharges peut être omise pour une ligne.

Les dispositifs de protection contre les courts-circuits ou contre les surcharges ne doivent pas interrompre des lignes mises à la terre, à moins que toutes les lignes non mises à la terre ne soient coupées au même moment par des appareils de connexion multipolaires.

10.2 Protection des générateurs

10.2.1 Généralités

Les générateurs doivent être protégés contre les courts-circuits et les surintensités par des disjoncteurs multipolaires.

En particulier, la protection à maximum de courant doit être adaptée à la capacité thermique du générateur et conforme aux exigences suivantes.

- a) Pour les surintensités de moins de 10 %, il peut être envisagé d'inclure un signal d'alarme sonore, déclenché par un relais à retard ou temporisé réglé sur une valeur maximale égale à 1,1 fois le courant assigné du générateur et avec une temporisation inférieure ou égale à 15 min.
Une temporisation de plus de 15 min peut être utilisée si cela est exigé par les conditions de fonctionnement et autorisé par la conception du générateur.
- b) Pour les surintensités entre 10 % et 50 %, le disjoncteur doit être déclenché dans un délai maximal de 30 s à une valeur inférieure ou égale à 1,5 fois le courant assigné du générateur. La valeur de 50 % et la temporisation de 30 s peuvent cependant être dépassées si cela est exigé par les conditions de fonctionnement, et si la construction du générateur le permet.
- c) Pour les surintensités supérieures à 50 %, un déclenchement "instantané" doit être coordonné avec la protection sélective du système. Des temporisations de courte durée peuvent être introduites pour les exigences relatives à la sélectivité dans le cas des dispositifs de déclenchement "instantané" conçus pour la protection contre les courts-circuits. Dans le cas des générateurs de grande dimension et de tous les générateurs à haute tension, il convient d'assurer la protection contre les défauts du côté générateur du disjoncteur.
- d) Les générateurs de secours doivent être protégés contre les courts-circuits. Il convient que les surintensités ne coupent pas le générateur de secours et déclenchent seulement une alarme.

Il convient de prêter une attention particulière aux dispositifs de protection associés aux générateurs pour s'assurer qu'ils restent efficaces, même dans le cas d'une réduction significative de la vitesse.

Il convient de prêter une attention particulière au choix des dispositifs de protection contre les surintensités des générateurs, permettant de rétablir immédiatement l'alimentation après le fonctionnement du dispositif de protection contre les surintensités.

Les réglages et les ajustements des régulateurs automatiques de tension (AVR – automatic voltage regulators) ne doivent pas interférer avec ou se substituer aux dispositifs de protection des générateurs.

10.2.2 Protection contre les courts-circuits et les courants de défaut du côté du générateur

Lorsque les générateurs sont destinés à fonctionner en parallèle, il est nécessaire de tenir compte des courants de défaut générés par le court-circuit entre le générateur et son disjoncteur.

Les générateurs d'une capacité de 1 500 kVA ou plus doivent être équipés d'un dispositif ou d'un système de protection adapté qui, en cas de court-circuit dans le générateur ou dans le câble d'alimentation entre le générateur et son disjoncteur, réduit l'excitation du générateur et ouvre le disjoncteur. Cette exigence ne s'applique pas aux générateurs de secours.

Des circonstances spécifiques peuvent exiger une protection similaire pour les générateurs de capacité inférieure, par exemple pour la protection du personnel et les longueurs excessives de câble d'alimentation.

10.3 Protection des services essentiels

Lorsque la charge est constituée de services essentiels et de services non essentiels, il doit être prévu un dispositif permettant d'exclure automatiquement les services non essentiels en cas de surcharge d'un générateur du fait de la puissance ou du courant. Ce délestage peut être effectué en une ou plusieurs étapes, selon la capacité de surcharge des groupes générateurs.

10.4 Protection des transformateurs

L'enroulement primaire des transformateurs doit être protégé contre les courts-circuits par des disjoncteurs multipolaires ou par des fusibles conformément aux exigences de l'Article 8. Des dispositifs de sectionnement pour les enroulements secondaires doivent être fournis si les transformateurs sont disposés pour un fonctionnement en parallèle.

La protection contre les surcharges doit au moins être assurée sur un côté d'enroulement du transformateur.

Les transformateurs refroidis à l'huile doivent être protégés par un relais Buchholz ou des systèmes de protection équivalents. Une attention particulière doit être portée au fonctionnement correct de ces relais et systèmes dans des conditions d'inclinaison statiques et dynamiques.

Lorsque les enroulements secondaires peuvent être alimentés, la protection contre les courts-circuits doit être prise en compte dans les connexions secondaires.

10.5 Protection du circuit

10.5.1 Chaque circuit de distribution doit être protégé contre les surcharges et les courts-circuits au moyen de disjoncteurs multipolaires ou de fusibles, conformément aux exigences de 8.4 et 8.5.

Les dispositifs de protection doivent rester efficaces lorsque le plus petit générateur alimente un système à l'aide de générateurs disposés pour un fonctionnement en parallèle.

10.5.2 Les câbles en parallèle constitués de conducteurs de section nominale supérieure ou égale à 50 mm² peuvent être considérés, pour ce qui est de la protection, comme un seul câble.

10.5.3 Les dispositifs consommateurs alimentant des circuits disposant d'une protection contre les surcharges individuelle (par exemple les moteurs, voir 10.6.5), ou les dispositifs consommateurs qui ne peuvent pas être surchargés (par exemple les circuits de chauffage câblés en permanence) peuvent être fournis avec une protection uniquement contre les courts-circuits.

10.5.4 Dans les zones de vie humides (par exemple espaces dédiés à l'hygiène, cuisines, buanderies), les socles de prise de courant doivent également être protégés par un dispositif de coupure différentiel (DDR) dont la valeur assignée de courant différentiel de fonctionnement est inférieure ou égale à 30 mA, ou qui doit être alimenté individuellement par un transformateur de sécurité dédié.

10.6 Protection du moteur

10.6.1 Les moteurs dont la capacité assignée dépasse 1,0 kW doivent être protégés individuellement contre les surcharges.

10.6.2 Pour les moteurs destinés aux services essentiels, la protection contre les surcharges peut être remplacée par un dispositif d'alarme. Pour les moteurs équipés d'un appareil à gouverner et les pompes à incendie, la protection contre les surcharges doit être remplacée par un dispositif d'alarme.

10.6.3 Les dispositifs de protection doivent être conçus pour permettre au courant de circuler pendant la période d'accélération normale des moteurs dans les conditions correspondant à l'utilisation normale. Lorsque les caractéristiques temps-courant du dispositif de protection contre les surcharges d'un moteur ne sont pas adaptées à la période de démarrage du moteur, le dispositif de protection contre les surcharges peut ne plus fonctionner pendant la période d'accélération, à condition que la protection contre les courts-circuits reste opérationnelle et que la suppression de la protection contre les surcharges ne soit que temporaire.

10.6.4 Les dispositifs de protection pour les moteurs à fonctionnement continu doivent présenter une caractéristique de temporisation qui garantit une protection thermique fiable des moteurs dans les conditions de surcharge.

10.6.5 Les dispositifs de protection doivent être réglés pour limiter le courant permanent maximal entre 100 % et 120 % du courant assigné du moteur protégé.

10.6.6 Pour les moteurs à fonctionnement intermittent, le réglage du courant et les caractéristiques de temporisation (en fonction du temps) pour les dispositifs de protection doivent être choisis après prise en considération des conditions réelles de service.

10.6.7 Lorsque des fusibles sont utilisés pour protéger les circuits d'un moteur polyphasé, il doit être tenu compte de la protection contre la marche en monophasé.

10.7 Protection des batteries d'accumulateurs

Les batteries d'accumulateurs autres que les batteries de démarrage du moteur doivent être protégées contre les surcharges et les courts-circuits par des dispositifs placés aussi près que possible des batteries, à moins d'utiliser un câble résistant aux courts-circuits.

Les batteries de secours assurant des services essentiels doivent disposer d'une protection uniquement contre les courts-circuits.

10.8 Protection des dispositifs de mesure, des lampes témoins et des circuits de commande

Pour les dispositifs indicateurs et de mesure, la protection doit être assurée au moyen de fusibles ou de disjoncteurs.

Pour les autres circuits, il convient d'omettre la protection à maximum de courant dans les circuits tels que ceux des régulateurs de tension, lorsque le manque de tension peut avoir de graves conséquences. Dans ce cas, des moyens doivent permettre de prévenir les risques d'incendie dans une partie non protégée de l'installation.

Il convient de protéger séparément les régulateurs de tension de tous les autres circuits de mesure.

La protection à maximum de courant doit être placée aussi près que possible des prises d'alimentation.

10.9 Protection des dispositifs statiques ou à semiconducteurs

Les dispositifs statiques ou à semiconducteurs doivent comporter une protection adaptée des éléments et contre les effets des courts-circuits internes dans les éléments.

La protection du circuit de distribution qui relie le dispositif statique ou à semiconducteur à la source d'alimentation doit être assurée par un disjoncteur dont les caractéristiques de déclenchement sont sélectionnées pour être coordonnées aux caractéristiques de fusion du fusible éventuellement utilisé, de façon à assurer la protection des éléments contre toutes les surintensités préjudiciables.

11 Protection contre la puissance inverse et le courant inverse pour les générateurs en courant alternatif

Les générateurs en courant alternatif disposés pour un fonctionnement en parallèle doivent comporter un dispositif de protection temporisée contre la puissance active inverse.

Le réglage des dispositifs de protection est recommandé dans une plage de 2 % à 6 % de la puissance assignée pour les turbines et dans une plage de 8 % à 15 % de la puissance assignée pour les moteurs diesel.

Une diminution de 50 % de la tension appliquée ne doit pas empêcher le fonctionnement du dispositif de protection contre la puissance inverse, même si elle peut modifier la valeur de puissance inverse exigée pour ouvrir le disjoncteur.

12 Protection à minimum de tension

12.1 Générateurs en courant alternatif et en courant continu

Pour les générateurs disposés pour un fonctionnement en parallèle l'un avec l'autre ou avec une alimentation à quai, des mesures doivent être prises pour empêcher la fermeture du disjoncteur du générateur si le générateur ne fonctionne pas et pour empêcher que le disjoncteur du générateur ne reste connecté aux barres omnibus en cas de chute de tension.

En cas d'utilisation d'un déclencheur à minimum de tension à cet effet, le fonctionnement doit être instantané lorsqu'il s'agit d'empêcher la fermeture du disjoncteur, mais doit être

temporisé à des fins de sélectivité pendant la durée exigée par le dispositif de protection contre les courts-circuits pour éliminer le défaut (protection de secours).

12.2 Moteurs à courant alternatif et à courant continu

12.2.1 Les moteurs de capacité assignée supérieure à 1,0 kW doivent comporter:

- a) une protection à minimum de tension, agissant sur la réduction ou la défaillance de la tension, pour provoquer et maintenir l'interruption de l'alimentation dans le circuit jusqu'à ce que le moteur soit intentionnellement redémarré, ou
- b) un déclencheur à minimum de tension agissant sur la réduction ou la défaillance de la tension, mais disposé de sorte que le moteur redémarre automatiquement et sans courant de démarrage excessif lors du rétablissement de la tension, à condition que le démarreur (qui peut être contrôlé, par exemple par des dispositifs thermostatiques, pneumatiques ou hydrauliques) assure encore les connexions exigées pour le redémarrage et que tous les moteurs ne redémarrent pas en même temps s'il est nécessaire d'éviter, par exemple, un creux de tension ou une surintensité trop important(e).

12.2.2 Les dispositifs de protection doivent permettre au moteur de démarrer lorsque la tension est supérieure à 85 % de la tension assignée, et doivent intervenir systématiquement lorsque la tension est inférieure à environ 20 % de la tension assignée, à la fréquence assignée, et avec temporisation si nécessaire.

La protection à minimum de tension n'est pas nécessaire pour les moteurs équipés d'un appareil à gouverner et les autres moteurs qui doivent être disponibles en permanence.

13 Protection à maximum de tension

13.1 Généralités

Les circuits tels que les générateurs et les sources d'alimentation externes doivent comporter une protection à maximum de tension afin d'éviter d'endommager l'équipement connecté.

13.2 Transformateurs

Des précautions adéquates doivent être prises pour empêcher les systèmes à basse tension alimentés par des transformateurs d'être chargés par la fuite d'un système à haute tension du transformateur. Un enroulement à écran mis à la terre est considéré comme une précaution adéquate.

13.3 Machines à courant alternatif

Des précautions adéquates doivent être prises dans le cas de systèmes à courant alternatif à haute tension pour limiter et/ou gérer la surtension due à la connexion, afin de garantir la protection des machines à courant alternatif.

14 Protection contre les sous-fréquences et les surfréquences

Chaque générateur doit être protégé contre les sous-fréquences et les surfréquences. Les réglages de sous-fréquences et de surfréquences doivent être coordonnés dans le cadre de la conception du système (par exemple système de gestion de l'énergie et/ou configuration de réseau).

Bibliographie

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire électrotechnique International* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org>>)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch