

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination
units**

**Appareillage à basse tension –
Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-
fusibles**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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 more than 30 000 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

More than 60 000 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 plus de 30 000 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

Plus de 60 000 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.

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination
units**

**Appareillage à basse tension –
Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-
fusibles**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.40, 29.130.20

ISBN 978-2-8322-2823-4

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.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination
units**

**Appareillage à basse tension –
Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-
fusibles**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 General	6
1.1 Scope and object.....	6
1.2 Normative references	7
2 Terms, definitions and index of terms	8
2.1 General	8
2.2 Alphabetical index of terms	8
2.3 Terms and definitions	9
2.4 Summary of the equipment types	12
3 Classification	13
3.1 According to the utilization category	13
3.2 According to the method of operation of manually operated equipment.....	14
3.3 According to suitability for isolation	14
3.4 According to the degree of protection provided.....	14
4 Characteristics.....	14
4.1 Summary of characteristics.....	14
4.2 Type of equipment.....	14
4.3 Rated and limiting values for the main circuit	14
4.4 Utilization category	16
4.5 Control circuits	17
4.6 Auxiliary circuits	17
4.7 Relays and releases	17
4.8 Co-ordination with short circuit protective devices (SCPD).....	17
5 Product information.....	18
5.1 Nature of information	18
5.2 Marking	18
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance.....	19
6 Normal service, mounting and transport conditions.....	19
7 Constructional and performance requirements	19
7.1 Constructional requirements	19
7.2 Performance requirements.....	21
7.3 Electromagnetic compatibility.....	25
8 Tests.....	27
8.1 Kind of tests	27
8.2 Type tests for constructional requirements	28
8.3 Performance.....	32
8.4 Electromagnetic compatibility tests	49
8.5 Special tests.....	50
Annex A (normative) Equipment for direct switching of a single motor.....	51
Annex B (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user.....	57
Annex C (normative) Single pole operated three pole switches	58
Annex D (normative) Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse- combination units for use in photovoltaic (PV) d.c. applications.....	61
Bibliography	73

~~Figure 1 – Actuate applied force F~~

Figure C.1 – Typical arrangements	59
---	----

Table 1 – Summary of equipment definitions	13
--	----

Table 2 – Utilization categories.....	17
---------------------------------------	----

Table 3 – Verification of rated making and breaking capacities (see 8.3.3.3) – Conditions for making and breaking corresponding to the various utilization categories	23
--	----

Table 4 – Verification of operational performance – Number of operating cycles corresponding to the rated operational current.....	24
---	----

Table 5 – Test circuit parameters for Table 4.....	24
--	----

Table 6 – Immunity tests	26
--------------------------------	----

Table 7 – Emission limits.....	27
--------------------------------	----

~~Table 8 – Actuator test forces.....~~

Table 9 – List of type tests applicable to a given equipment.....	32
---	----

Table 10 – Overall scheme of test sequences.....	33
--	----

Table 11 – Test sequence I: general performance characteristics	37
---	----

Table 12 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts.....	40
--	----

Table 13 – Test sequence II: operational performance capability	40
---	----

Table 14 – Test sequence III: short-circuit performance capability	42
--	----

Table 15 – Test sequence IV: conditional short-circuit current.....	47
---	----

Table 16 – Test sequence V: overload performance capability	49
---	----

Table A.1 – Utilization categories	52
--	----

Table A.2 – Rated making and breaking capacity conditions corresponding to several utilization categories	52
--	----

Table A.3 – Relationship between current broken I_C and off-time for the verification of the rated making and breaking capacities	53
--	----

Table A.4 – Operational performance – Conditions for making and breaking corresponding to several utilization categories.....	53
--	----

Table A.5 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to several utilization categories.....	56
---	----

Table D.1 – Utilization categories	63
--	----

Table D.2 – Service arrangements	63
--	----

Table D.3 – Environmental conditions.....	64
---	----

Table D.4 – Rated impulse withstand levels for PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors or PV fuse-combination units.....	65
--	----

Table D.5 – Verification of rated making and breaking capacities (see 8.3.3.3) – Conditions for making and breaking corresponding to the DC-PV category.....	65
---	----

Table D.6 – Number of operating cycles	66
--	----

Table D.7 – Test circuit parameters for Table D.6.....	66
--	----

Table D.8 – Overall scheme of test sequences (addition).....	67
--	----

Table D.9 – Number of operating cycles corresponding to the critical load current.....	70
--	----

Table D.10 – Test circuit parameters for Table D.9.....	70
---	----

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –**Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors
and fuse-combination units**

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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60947-3 bears the edition number 3.2. It consists of the third edition (2008-08) [documents 17B/1601/FDIS and 17B/1608/RVD], its amendment 1 (2012-02) [documents 17B/1758/FDIS and 17B/1763/RVD] and its amendment 2 (2015-07) [documents 121A/42/FDIS and 121A/46/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendments.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendments 1 and 2. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 60947-3 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

The document 17B/1601/FDIS, circulated to the National Committees as amendment 3, led to the publication of the new edition.

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

- alignment with the fifth edition of IEC 60947-1;
- a switching operation without current allowed between making and breaking operation (Table 3);
- increased number of operations for AC-23 allowed with agreement of the manufacturer (Table 3);
- simplified test procedure amended, f) added to 8.3.2.1.3;
- temperature rise test shall be made at the rated operational current I_e instead of the conventional enclosed thermal current I_{the} (8.3.3.1).

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

A list of all parts of the IEC 60947 series can be found, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear*, on the IEC website.

This part is to be used in conjunction with IEC 60947-1. The numbering of the subclauses is sometimes not continuous because it is based on IEC 60947-1.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigenda 1 (September 2012) and 2 (November 2013) have been included in this copy.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units

1 General

The provisions of the general rules dealt with in IEC 60947-1 are applicable to this part, where specifically called for. Clauses and subclauses, tables, figures and appendices of the general rules thus applicable are identified by reference IEC 60947-1, e.g., 4.3.4.1 of IEC 60947-1, Table 4 of IEC 60947-1, or Annex A of IEC 60947-1.

1.1 Scope and object

This part of IEC 60947 applies to switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units to be used in distribution circuits and motor circuits of which the rated voltage does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

The manufacturer shall specify the type, ratings and characteristics according to the relevant standard of any incorporated fuses.

This part does not apply to equipment coming within the scope of IEC 60947-2, IEC 60947-4-1 and IEC 60947-5-1; however, when switches and fuse-combination units coming into the scope of this part are normally used to start, accelerate and/or stop an individual motor they shall also comply with the additional requirements given in Annex A.

The requirements for single pole operated three pole switches are included in Annex C.

Auxiliary switches fitted to equipment within the scope of this part shall comply with the requirements of IEC 60947-5-1.

This part does not include the additional requirements necessary for electrical apparatus for explosive gas atmospheres.

NOTE 1 Depending on its design, a switch (or disconnector) can be referred to as "a rotary switch (disconnector)", "cam-operated switch (disconnector)", "knife-switch (disconnector)", etc.

NOTE 2 In this part, the word "switch" also applies to the apparatus referred to in French as "commutateurs", intended to modify the connections between several circuits and *inter alia* to substitute a part of a circuit for another.

NOTE 3 In general, throughout this part switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units will be referred to as "equipment".

The object of this part is to state

- a) the characteristics of the equipment;
- b) the conditions with which the equipment shall comply with reference to
 - 1) operation and behaviour in normal service;
 - 2) operation and behaviour in case of specified abnormal conditions, e.g. short circuit;
 - 3) dielectric properties;
- c) the tests for confirming that these conditions have been met and the methods to be adopted for these tests;

- d) the information to be marked on the equipment or made available by the manufacturer, e.g. in the catalogue.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*
IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

IEC 60269 (all parts), *Low-voltage fuses*

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60417-DB:~~2000~~ 2002¹, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*
~~IEC 60947-1:2007/AMD1:2010~~
~~IEC 60947-1:2007/AMD2:2014~~

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 60947-4-1:~~2000~~ 2009, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*
~~Amendment 1 (2002)~~
~~Amendment 2 (2005)~~
~~IEC 60947-4-1:2009/AMD1:2012~~

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*
~~IEC 60947-5-1:2003/AMD1:2009~~

IEC 61000-4-2:~~1995~~ 2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*
~~Amendment 1 (1998)~~
~~Amendment 2 (2000)~~

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007
~~IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010~~

IEC 61000-4-4:~~2004~~ 2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:~~2005~~ 2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

¹ “DB” refers to the IEC on-line database.

IEC 61000-4-6:~~2003~~ 2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

~~Amendment 1 (2004)~~

~~Amendment 2 (2006)~~

CISPR 11:~~2003~~ 2009, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

~~Amendment 1 (2004)~~

~~Amendment 2 (2006)~~

CISPR 11:2009/AMD1:2010

CISPR 22:~~2005~~ 2008, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

~~Amendment 1 (2005)~~

~~Amendment 2 (2006)~~

2 Terms, definitions and index of terms

2.1 General

For the purposes of document, the terms and definitions given in IEC 60050-441 and IEC 60947-1 as well as the following apply.

2.2 Alphabetical index of terms

Reference

D

~~Dependent manual operation (of a mechanical switching device)~~	~~2.13~~
Disconnector	2.2 2.3.1
Disconnector-fuse	2.7 2.3.5
Disconnector-fuse single opening	2.3.5.1
Disconnector-fuse double opening	2.3.5.2

F

Fuse-combination unit	2.4 2.3.2
Fuse-disconnector	2.8 2.3.6
Fuse-disconnector single opening	2.3.6.1
Fuse-disconnector double opening	2.3.6.2
Fuse-switch	2.6 2.3.4
Fuse-switch single opening	2.3.4.1
Fuse-switch double opening	2.3.4.2
Fuse-switch-disconnector	2.10 2.3.8
Fuse-switch-disconnector single opening	2.3.8.1
Fuse-switch-disconnector double opening	2.3.8.2

I

~~Independent manual operation (of a mechanical switching device)~~	~~2.14~~
--	-----------------

M

Multiple tip contact system	2.12
-----------------------------------	------

S

Semi-independent manual operation.....	2.15 2.3.10
Single pole operated three pole ~~switch device~~	2.14 2.3.9
~~Stored energy operation (of a mechanical switching device).....~~	~~2.16~~
~~Switch (mechanical).....~~	~~2.1~~
~~Switch-disconnector.....~~	~~2.3~~
Switch-disconnector-fuse	2.9 2.3.7
Switch-disconnector-fuse single opening	2.3.7.1
Switch-disconnector-fuse double opening	2.3.7.2
Switch-fuse	2.5 2.3.3
Switch-fuse single opening	2.3.3.1
Switch-fuse double opening.....	2.3.3.2

2.3 Terms and definitions

2.1

~~(mechanical) switch~~

~~mechanical switching device capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions which may include specified operating overload conditions and also carrying for a specified time currents under specified abnormal circuit conditions such as those of short-circuit~~

~~NOTE—A switch may be capable of making, but not breaking, short-circuit currents.~~

~~[IEV 441-14-10]~~

2.2 2.3.1

disconnecter

mechanical switching device which, in the open position, complies with the requirements specified for the isolating function

~~NOTE 1—This definition differs from IEC 60947-3:2008, 441-14-05 by referring to isolating function instead of isolating distance.~~

~~Note 2 1 to entry:~~ A disconnecter is capable of opening and closing a circuit when either a negligible current is broken or made, or when no significant change in the voltage across the terminals of each of the poles of the disconnecter occurs. It is also capable of carrying currents under normal circuit conditions and carrying, for a specified time, currents under abnormal conditions such as those of short-circuit.

~~[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-05, modified – reference to isolating function instead of isolating distance]~~

2.3

~~switch-disconnector~~

~~switch which, in the open position, satisfies the isolating requirements specified for a disconnecter~~

~~[IEV 441-14-12]~~

2.4 2.3.2

fuse-combination unit

combination of a mechanical switching device and one or more fuses in a composite unit, assembled by the manufacturer or in accordance with his instructions

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-04]

~~NOTE—(Not included in IEC 60947-3:2008, 441-14-04.) This is a general term for fuse switching devices (see also from 2.5 to 2.10 and Table 1).~~

~~2-5~~ 2.3.3

switch-fuse

switch in which one or more poles have a fuse in series in a composite unit

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-14]

2.3.3.1

switch-fuse single opening

switch-fuse which provides an interruption in the circuit on one side of the fuse-link only

Note 1 to entry: With this arrangement safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.3.2

switch-fuse double opening

switch-fuse which provides an interruption in the circuit on both sides of the fuse-link

Note 1 to entry: With this arrangement safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

~~2-6~~ 2.3.4

fuse-switch

switch in which a fuse-link or a fuse-carrier with fuse-link forms the moving contact

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-17]

2.3.4.1

fuse-switch single opening

fuse-switch which provides an interruption in the circuit on one side of the fuse-link only

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.4.2

fuse-switch double opening

fuse-switch which provides an interruption in the circuit on both sides of the fuse-link

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

~~2-7~~ 2.3.5

disconnecter-fuse

disconnecter in which one or more poles have a fuse in series in a composite unit

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-15]

2.3.5.1

disconnecter-fuse single opening

disconnecter-fuse which provides an opening in the circuit on at least one side of the fuse-link, that satisfies the requirements specified for the isolating function

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.5.2

disconnecter-fuse double opening

disconnecter-fuse which provides an opening in the circuit that satisfies the requirements specified for the isolating function on both sides of the fuse-link

~~2-8~~ 2.3.6

fuse-disconnector

disconnecter in which a fuse-link or fuse-carrier with fuse-link forms the moving contact

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-18]

2.3.6.1

fuse-disconnector single opening

fuse-disconnector which provides an opening in the circuit on at least one side of the fuse-link that satisfies the requirements specified for the isolating function

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.6.2

fuse-disconnector double opening

fuse-disconnector which provides an opening in the circuit, that satisfies the requirements specified for the isolating function, on both sides of the fuse-link

~~2.9~~ 2.3.7

switch-disconnector-fuse

switch-disconnector in which one or more poles have a fuse in series in a composite unit

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-16]

2.3.7.1

switch-disconnector-fuse single opening

switch-disconnector-fuse which provides an interruption in the circuit on at least one side of the fuse-link that satisfies the requirements specified for the isolating function

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.7.2

switch-disconnector-fuse double opening

switch-disconnector-fuse which provides an interruption in the circuit on both sides of the fuse-link that satisfies the requirements specified for the isolating function

~~2.10~~ 2.3.8

fuse-switch-disconnector

switch-disconnector in which a fuse-link or a fuse-carrier with fuse-link forms the moving contact

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-19]

2.3.8.1

fuse-switch-disconnector single opening

fuse-switch-disconnector which provides an interruption in the circuit on at least one side of the fuse-link that satisfies the requirements specified for the isolating function

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.8.2

fuse-switch-disconnector double opening

fuse-switch-disconnector which provides an interruption in the circuit on both sides of the fuse-link that satisfies the requirements specified for the isolating function

~~2.11~~ 2.3.9

single pole operated three pole ~~switch device~~

~~device~~ mechanical unit consisting of three individually operable single pole switches and/or disconnecting ~~devices~~ units according to this part, rated as a complete unit for use in a three-phase system

Note 1 to entry: These ~~devices~~ mechanical units are intended for power distribution systems where switching and/or isolation of an individual phase may be necessary and they should not be used for the switching of the primary circuit of three-phase equipment.

2.12

multiple tip contact system

~~system that consists of more than one contact gap per pole, which can be switched, in series and/or in parallel~~

2.13

dependent manual operation (of a mechanical switching device)

~~operation solely by means of directly applied manual energy such that the speed and force of the operation are dependent upon the action of the operator~~

~~[IEV 441-16-13]~~

2.14

independent manual operation (of a mechanical switching device)

~~stored energy operation where the energy originates from manual power, stored and released in one continuous operation, such that the speed and force of the operation are independent of the action of the operator~~

~~[IEV 441-16-16]~~

2.15 2.3.10

semi-independent manual operation

operation solely by means of directly applied manual energy such that the manual force is increased up to a threshold value beyond which the independent switching operation is achieved unless deliberately delayed by the operator

2.16

stored energy operation (of a mechanical switching device)

~~operation by means of energy stored in the mechanism itself prior to the completion of the operation and sufficient to complete it under predetermined conditions~~

NOTE This kind of operation may be subdivided according to

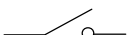
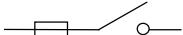
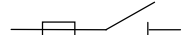
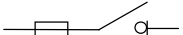
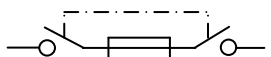
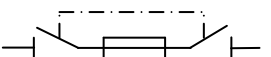
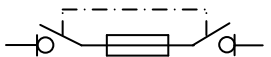
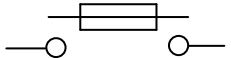
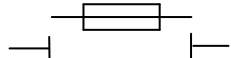
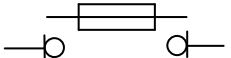
- a) ~~the manner of storing the energy (spring, weight, etc.);~~
- b) ~~the origin of the energy (manual, electric, etc.);~~
- c) ~~the manner of releasing the energy (manual, electric, etc.).~~

~~[IEV 441-16-15]~~

2.4 Summary of the equipment types

A summary of equipment definitions **and relevant diagrams** is given in Table 1.

Table 1 – Summary of equipment definitions

Functions		
Making and breaking current	Isolating	Making, breaking and isolating
Switch 2.1 	Disconnecter 2.2 	Switch-disconnector 2.3 
Fuse-combination units 2.4		
Switch-fuse single opening ^a 2.5 	Disconnecter-fuse single opening ^a 2.7 	Switch-disconnector-fuse single opening ^a 2.9 
Switch-fuse double opening ^b 	Disconnecter-fuse double opening 	Switch-disconnector-fuse double opening ^b 
Fuse-switch single opening ^a 2.6 	Fuse-disconnector single opening ^a 2.8 	Fuse-switch-disconnector single opening ^a 2.10 
Fuse-switch double opening ^b 	Fuse-disconnector double opening 	Fuse-switch-disconnector double opening ^b 
NOTE 1 ~~All equipment may be single-break or multi-break.~~ Equipment shown as single opening may comprise multiple openings in series. NOTE 2 Numbers are subclause references of the relevant definitions. NOTE 3 Symbols are based on IEC 60617-7.		
^a The fuse may be on either side of ~~or in a stationary position between~~ the contacts of the equipment. ^b Depending on the design, breaking may take place on one or both sides of the fuse-link.		

3 Classification

3.1 According to the utilization category

See 4.4.

3.2 According to the method of operation of manually operated equipment

- dependent manual operation (see ~~2.13~~ 2.4.12 of IEC 60947-1);
- independent manual operation (see ~~2.14~~ 2.4.15 of IEC 60947-1);
- semi-independent manual operation (see ~~2.15~~ 2.3.10).

NOTE The method of operation on closing may be different from the method for opening.

3.3 According to suitability for isolation

- suitable for isolation (see 7.1.7 of IEC 60947-1 and 7.1.7.1);
- not suitable for isolation.

3.4 According to the degree of protection provided

See 7.1.12 of IEC 60947-1.

4 Characteristics

4.1 Summary of characteristics

The characteristics of the equipment shall be stated in terms of the following as applicable:

- type of equipment (see 4.2);
- rated and limiting values for the main circuit (see 4.3);
- utilization category (see 4.4);
- control circuits (see 4.5);
- auxiliary circuits (see 4.6);

4.2 Type of equipment

The following information shall be stated.

- ~~4.2.1~~ number of poles;
- ~~4.2.2~~ kind of current (a.c. or d.c.);
- in the case of a.c., number of phases and rated frequency;
- ~~4.2.3~~ number of positions of the main contacts (if more than two);
- breaking arrangement for fused devices (single opening or double opening).

4.3 Rated and limiting values for the main circuit

Rated values are assigned by the manufacturer. They shall be stated in accordance with 4.3.1 to 4.3.6.4 but it may not be necessary to establish all the rated values listed.

4.3.1 Rated voltages

An equipment is defined by the following rated voltages.

4.3.1.1 Rated operational voltage (U_e)

Subclause 4.3.1.1 of IEC 60947-1 applies.

4.3.1.2 Rated insulation voltage (U_i)

Subclause 4.3.1.2 of IEC 60947-1 applies.

4.3.1.3 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Subclause 4.3.1.3 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2 Currents

An equipment is defined by the following currents.

4.3.2.1 Conventional free air thermal current (I_{th})

Subclause 4.3.2.1 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2.2 Conventional enclosed thermal current (I_{the})

Subclause 4.3.2.2 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2.3 Rated operational currents (I_e) (or rated operational powers)

Subclause 4.3.2.3 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2.4 Rated uninterrupted current (I_u)

Subclause 4.3.2.4 of IEC 60947-1 applies.

4.3.3 Rated frequency

Subclause 4.3.3 of IEC 60947-1 applies.

4.3.4 Rated duty

The rated duties considered as normal are as follows.

4.3.4.1 Eight-hour duty

Subclause 4.3.4.1 of IEC 60947-1 applies.

4.3.4.2 Uninterrupted duty

Subclause 4.3.4.2 of IEC 60947-1 applies.

4.3.5 Normal load and overload characteristics

4.3.5.1 Ability to withstand motor switching overload currents

See Annex A.

4.3.5.2 Rated making capacity

Subclause 4.3.5.2 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

The rated making capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current and to the utilization category according to Table 3.

Not applicable to AC-20 or DC-20 equipment.

4.3.5.3 Rated breaking capacity

Subclause 4.3.5.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

The rated breaking capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current and to the utilization category according to Table 3.

Not applicable to AC-20 or DC-20 equipment.

4.3.6 Short-circuit characteristics

4.3.6.1 Rated short-time withstand current (I_{cw})

The rated short-time withstand current of a switch, a disconnector or a switch-disconnector is the value of short-time withstand current, assigned by the manufacturer, that the equipment can carry without any damage under the test conditions of 8.3.5.1.

The value of the rated short-time withstand current shall be not less than twelve times the maximum rated operational current and, unless otherwise stated by the manufacturer, the duration of the current shall be 1 s.

For a.c., the value of the current is the r.m.s. value of the a.c. component and it is assumed that the highest peak value likely to occur does not exceed n times this r.m.s. value, the factor n being given by Table 16 of IEC 60947-1.

4.3.6.2 Rated short-circuit making capacity (I_{cm})

~~The rated short-circuit making capacity of a switch or a switch-disconnector is the value of short-circuit making capacity assigned to the equipment by the manufacturer for the rated operational voltage, at rated frequency (if any) and at a specified power factor (or time-constant). It is expressed as the maximum prospective peak current.~~

~~For a.c., the relationship between power factor, prospective peak current and r.m.s. current shall be in accordance with Table 16 of IEC 60947-1.~~

~~Not applicable to AC-20 or DC-20 equipment.~~

Subclause 4.3.6.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

NOTE I_{cm} is not applicable to fused devices.

4.3.6.3 Vacant

4.3.6.4 Rated conditional short-circuit current

Subclause 4.3.6.4 of IEC 60947-1 applies.

4.4 Utilization category

The utilization categories define the intended applications and are given in Table 2.

Each utilization category is characterized by the values of the currents and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and the rated operational voltage, as well as the power-factors or time-constants of the circuit. The conditions for making and breaking given in Table 3 correspond in principle to the applications listed in Table 2.

The designation of utilization categories is completed by the suffix A or B according to whether the intended applications require frequent or infrequent operations (see Table 4).

Utilization categories with suffix B are appropriate for devices which, due to design or application, are only intended for infrequent operation. This could apply, for example, to disconnectors normally only operated to provide isolation for maintenance work or switching devices where the fuse-link blade forms the moving contact.

The distinction between frequent and infrequent operation is based on the manufacturer's rated operation and the number of operating cycles used as a test criterion in Table 4.

For a particular rated operational current I_e , a device will be designated for frequent use (category A) if the manufacturer's rated operating life is more than the number of operating cycles indicated in columns 3, 4 or 5 of Table 4.

Table 2 – Utilization categories

Nature of current	Utilization categories		Typical applications
	Category A	Category B	
Alternating current	AC-20A ^a	AC-20B ^a	– Connecting and disconnecting under no-load conditions
	AC-21A	AC-21B	– Switching of resistive loads including moderate overloads
	AC-22A	AC-22B	– Switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads
	AC-23A	AC-23B	– Switching of motor loads or other highly inductive loads
Direct current	DC-20A ^a	DC-20B ^a	– Connecting and disconnecting under no-load conditions
	DC-21A	DC-21B	– Switching of resistive loads including moderate overloads
	DC-22A	DC-22B	– Switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads (e.g. shunt motors)
	DC-23A	DC-23B	– Switching of highly inductive loads (e.g. series motors)
^a The use of these utilization categories is not permitted in the USA.			

Category AC-23 includes occasional switching of individual motors. The switching of capacitors or of tungsten filament lamps shall be subject to agreement between manufacturer and user.

The utilization categories referred to in Tables 2 and 3 do not apply to an equipment normally used to start, accelerate and/or stop individual motors. The utilization categories for such an equipment are dealt with in Annex A.

4.5 Control circuits

Subclause 4.5 of IEC 60947-1 applies.

4.6 Auxiliary circuits

Subclause 4.6 of IEC 60947-1 applies.

4.7 Relays and releases

Subclause 4.7 of IEC 60947-1 applies.

4.8 Co-ordination with short circuit protective devices (SCPD)

Subclause 4.8 of IEC 60947-1 applies.

5 Product information

5.1 Nature of information

Subclause 5.1 of IEC 60947-1 applies as appropriate for a particular design.

5.2 Marking

5.2.1 Each equipment shall be marked in a durable and legible manner with the following data.

The markings for a), b) and c) below shall be on the equipment itself or on a name-plate or name-plates attached to the equipment, and shall be located at a place such that they are legible from the front after mounting the equipment in accordance with the manufacturer's instructions.

- a) Indication of the open and closed position. The open and closed position shall be respectively indicated by the graphical symbols 60417-IEC-5007 and 60417-IEC-5008 of IEC 60417-2 (see 7.1.6.1 of IEC 60947-1).
- b) Suitability for isolation.
The appropriate symbols of Table 1 shall be used.
- c) Additional marking for disconnectors.

Devices of utilization category AC-20A, AC-20B, DC-20A and DC-20B shall be marked "Do not operate under load", unless the device is interlocked to prevent such operation.

NOTE Symbols of the various types of equipment are given in Table 1.

5.2.2 The following data shall also be marked on the equipment but need not be visible from the front when the equipment is mounted:

- a) manufacturer's name or trade mark;
- b) type designation or serial number;
- c) rated operational currents (or rated powers) ~~at~~ with the corresponding rated operational voltage and utilization category (see 4.3.1, 4.3.2 and 4.4);
- d) value (or range) of the rated frequency or the indication "d.c." (or the symbol $\overline{\overline{\overline{\quad}}}$);
- e) for fuse-combination units, the fuse ~~type~~ characteristics and maximum rated current and the maximum power loss of the fuse-link;
- f) IEC 60947-3, if the manufacturer claims compliance with this part;
- g) degree of protection of enclosed equipment (see Annex C of IEC 60947-1).

5.2.3 The following terminals shall be identified:

- a) line and load terminals unless the connection is immaterial (see 8.3.3.3.1);
- b) neutral pole terminal, if applicable, by the letter "N" (see 7.1.8.4 of IEC 60947-1);
- c) protective earth terminal (see 7.1.10.3 of IEC 60947-1).

5.2.4 The following data shall be made available in the manufacturer's published information:

- a) rated insulation voltage;
- b) rated impulse withstand voltage for equipment suitable for isolation or when determined;
- c) pollution degree, if different from 3;
- d) rated duty;

- e) rated short-time withstand current and duration, where applicable;
- f) rated short-circuit making capacity, where applicable;
- g) rated conditional short-circuit current, where applicable.

5.3 Instructions for installation, operation and maintenance

Subclause 5.3 of IEC 60947-1 applies.

6 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Pollution degree (see 6.1.3.2 of IEC 60947-1).

Unless otherwise stated by the manufacturer, the equipment is intended for installation under environmental conditions of pollution degree 3.

7 Constructional and performance requirements

7.1 Constructional requirements

Subclause 7.1 of IEC 60947-1 applies, with the following additions.

~~7.1.2 Materials~~

~~The suitability of materials used shall be verified with respect to resistance to abnormal heat and fire by conducting tests~~

- ~~a) on the equipment; or~~
- ~~b) on sections taken from the equipment; or~~
- ~~c) on samples of identical material having a representative cross section.~~

~~If an identical material having a representative cross section has already satisfied the requirements, then those tests need not be repeated.~~

7.1.2.2 Glow wire testing

Subclause 7.1.2.2 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

Parts of insulating material necessary to retain current-carrying parts in position shall conform to the glow-wire tests of 8.2.1.1.1 of IEC 60947-1 at a test temperature of 960 °C.

~~7.1.4 Clearances and creepage distances~~

~~Subclause 7.1.4 of IEC 60947-1 applies with the following addition.~~

~~Guidance on the measurement of clearances and creepage distances is given in Annex G of IEC 60947-1.~~

7.1.7 Additional requirements for equipment suitable for isolation

Subclause 7.1.7 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

7.1.7.1 Additional constructional requirements

The equipment shall be marked according to 5.2.1 b).

When no indication of the position of the contacts is provided, for example by the actuator or a separate indicator, all the main contacts shall be clearly visible in the open position.

The strength of the actuating mechanism and the reliability of the indication of the open position shall be checked according to 8.2.5. Moreover, when means are provided by the manufacturer to lock the equipment in the open position, locking shall only be possible when the main contacts are in the open position (see 8.2.5).

This requirement does not apply to equipment where the main contact position is visible in the open position and/or the open position is indicated by other means than the actuator.

NOTE Locking in the closed position is permitted for particular applications.

The clearance across the open contacts of the same pole when in the open position shall not be less than the minimum clearance given in Table 13 of IEC 60947-1 and shall also comply with the requirements of 7.2.3.1 b) of IEC 60947-1.

~~7.1.7.2 Supplementary requirements for equipment with provision for electrical interlocking with contactors or circuit-breakers~~

~~If an equipment suitable for isolation is provided with an auxiliary switch for the purpose of electrical interlocking with contactor(s) or circuit-breaker(s) and intended to be used in motor circuits, the following requirements shall apply unless the equipment is rated for AC-23 utilization category.~~

~~An auxiliary switch shall be rated according to IEC 60947-5-1 as stated by the manufacturer.~~

~~The time interval between the opening of the contacts of the auxiliary switch and the contacts of the main poles shall be sufficient to ensure that the associated contactor or circuit-breaker interrupts the current before the main poles of the equipment open.~~

~~Unless otherwise stated in the manufacturer's technical literature, the time interval shall be not less than 20 ms when the equipment is operated according to the manufacturer's instructions.~~

~~Compliance shall be verified by measuring the time interval between the instant of opening of the auxiliary switch and the instant of opening of the main poles under no-load conditions when the equipment is operated according to the manufacturer's instructions.~~

~~During the closing operation, the contacts of the auxiliary switch shall close after or simultaneously with the contacts of the main poles.~~

~~A suitable opening time interval may also be provided by an intermediate position (between the ON and OFF positions) at which the interlocking contact(s) is (are) open and the main poles remain closed.~~

~~7.1.7.3 Supplementary requirements for equipment provided with means for padlocking the open position~~

~~The locking means shall be designed in such a way that it cannot be removed with the appropriate padlock(s) installed. When the equipment is locked by even a single padlock, it shall not be possible by operating the actuator, to reduce the clearance between open contacts to the extent that it no longer complies with the requirements of 7.2.3.1 b) of IEC 60947-1.~~

~~Alternatively, the design may provide padlockable means to prevent access to the actuator.~~

~~Compliance with the requirements to padlock the actuator shall be verified using a padlock specified by the manufacturer or an equivalent gauge, giving the most adverse conditions, to simulate locking. The force F , specified in 8.2.5.2 shall be applied to the actuator in an attempt to operate the equipment from the open position to the closed position. Whilst the force F is applied, the equipment shall be subjected to a test voltage across open contacts. The equipment shall be capable of withstanding the test voltage required according to Table 14 of IEC 60947-1 appropriate to the rated impulse withstand voltage.~~

7.1.9 Additional requirements for equipment provided with a neutral pole

Subclause 7.1.9 of IEC 60947-1 applies except for the note referring to an over-current release.

~~7.1.12 Degrees of protection of enclosed equipment~~

~~Degrees of protection of enclosed equipment and relevant tests are given in Annex C of IEC 60947-1.~~

7.2 Performance requirements

7.2.1 Operating conditions

7.2.1.1 General

Subclause 7.2.1.1 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

The following requirements apply to fuse-switches, fuse-disconnectors and fuse-switch-disconnectors with a rated short-circuit making capacity exceeding 10 kA and for which the closing operation is by direct manual operation without an interposing mechanism (dependent and semi-independent manual operation see ~~2.13 and 2.15~~ 2.4.12 of IEC 60947-1 and 2.3.10).

The test speed for the making operations specified in 8.3.6.2 shall be determined as follows.

- a) The equipment shall be operated 15 times manually under no-load conditions in accordance with the manufacturer's instructions, 5 times by each of three persons. The velocity of the hand actuator at the instant of contact closure of the last closing contact shall be determined by oscillographic or other appropriate means at any convenient part of the device.

The point at which the measurement is made and the velocity at the measurement point shall be stated in the test report. The mean velocity shall be determined after deleting the highest and lowest values.

- b) The test apparatus shall ensure that the equipment under test fully closes and that there is no impediment to the free closing movement of the device. The actual test speed shall not exceed the mean velocity determined according to a).

The mass of the moving parts of the test apparatus (without the equipment under test) shall be $2 \text{ kg} \pm 10 \%$.

7.2.1.2 Limits of operation of power operated equipment

Subclause 7.2.1.2 of IEC 60947-1 applies.

7.2.1.3 Limits of operation of under-voltage relays and releases.

Subclause 7.2.1.3 of IEC 60947-1 applies.

7.2.1.4 Limits of operation of shunt releases

Subclause 7.2.1.4 of IEC 60947-1 applies.

7.2.2 Temperature rise

Subclause 7.2.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

For fuse-combination units, the temperature rise of the fuse-link contacts during the test according to 8.3.3.1 shall not cause any damage of a nature which impairs the subsequent performance of the equipment in test sequence I.

7.2.3 Dielectric properties

Subclause 7.2.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

7.2.3.1 Impulse withstand voltage

Subclause 7.2.3.1 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Clearances across the open contacts of a device not suitable for isolation shall withstand the test voltage given in Table 12 of IEC 60947-1 appropriate to the rated impulse withstand voltage.

7.2.3.2 Power-frequency withstand voltage of the main, auxiliary and control circuits

Subclause 7.2.3.2 c) of IEC 60947-1 applies with the following addition.

For equipment suitable for isolation, maximum values of leakage current are specified for all the test sequences in 8.3.3.5, 8.3.4.3, 8.3.5.4, 8.3.6.4 and 8.3.7.3 respectively.

7.2.4 Ability to make and break under no-load, normal load and overload conditions

7.2.4.1 Making and breaking capacities

The rated making and breaking capacities are stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current and to the utilization category according to Table 3.

The test conditions are specified in 8.3.3.3.1.

**Table 3 – Verification of rated making and breaking capacities (see 8.3.3.3) –
Conditions for making and breaking corresponding to the various utilization categories**

Utilization categories	Rated operational current	Making ^a			Breaking			Number of operating cycles ^c
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	
AC-20A ^b – AC-20B ^b AC-21A – AC-21B AC-22A – AC-22B AC-23A – AC-23B	All values All values All values $0 < I_e \leq 100 \text{ A}$ $100 \text{ A} < I_e$	– 1,5 3 10 10	– 1,05 1,05 1,05 1,05	– 0,95 0,65 0,45 0,35	– 1,5 3 8 8	– 1,05 1,05 1,05 1,05	– 0,95 0,65 0,45 0,35	5 5 5 5 3 ^d
Utilization categories	Rated operational categories	I/I_e	U/U_e	L/R ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ms	Number of operating cycles
DC-20A ^b – DC-20B ^b DC-21A – DC-21B DC-22A – DC-22B DC-23A – DC-23B	All values All values All values All values	– 1,5 4 4	– 1,05 1,05 1,05	– 1 2,5 15	– 1,5 4 4	– 1,05 1,05 1,05	– 1 2,5 15	5 5 5 5
I = making current I_c = breaking current I_e = rated operational current U = applied voltage U_e = rated operational voltage U_r = operational frequency or d.c. recovery voltage								
^a For a.c. the making current is expressed by the r.m.s. value of the periodic component of the current. ^b The use of these utilization categories is not permitted in the USA. ^c One switching operation without current between each making and breaking operation is allowed, providing it does not alter the time interval between the prescribed operations as defined in 8.3.3.3.1. ^d In order to cover both AC-21 and AC-22 categories, an increase in the number of operations for AC-23 from 3 to 5 is allowed with the agreement of the manufacturer.								

7.2.4.2 Operational performance

Tests concerning the verification of the operational performance of an equipment are intended to verify that the equipment is capable of making and breaking without failure the currents flowing in its main circuit for the intended use.

The number of operating cycles and the test circuit parameters for the operational performance test for the various utilization categories are given in Tables 4 and 5.

The test conditions are specified in 8.3.4.1.

**Table 4 – Verification of operational performance –
Number of operating cycles corresponding to the rated operational current**

1	2	3	4	5	6	7	8
Rated operational current I_e	Number of operating cycles per hour	Number of operating cycles					
		AC and DC A categories			AC and DC B categories		
		Without current	With current	Total	Without current	With current	Total
$0 < I_e \leq 100$	120	8 500	1 500	10 000	1 700	300	2 000
$100 < I_e \leq 315$	120	7 000	1 000	8 000	1 400	200	1 600
$315 < I_e \leq 630$	60	4 000	1 000	5 000	800	200	1 000
$630 < I_e \leq 2 500$	20	2 500	500	3 000	500	100	600
$2 500 < I_e$	10	1 500	500	2 000	300	100	400
The values in the table apply to all utilization categories except AC-20A, AC-20B, DC-20A and DC-20B. These categories shall comply with the total number of operating cycles in columns 5 or 8 without current. Column 2 gives the minimum operating rate. The operating rate for any utilization category may be increased with the consent of the manufacturer.							

Table 5 – Test circuit parameters for Table 4

Utilization categories	Values of the rated operational current I_e	Making ^a			Breaking		
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$
AC-21A AC-21B	All values	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-22A AC-22B	All values	1	1	0,8	1	1	0,8
AC-23A AC-23B	All values	1	1	0,65	1	1	0,65
		I/I_e	U/U_e	L/R ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ms
DC-21A DC-21B	All values	1	1	1	1	1	1
DC-22A DC-22B	All values	1	1	2	1	1	2
DC-23A DC-23B	All values	1	1	7,5	1	1	7,5
I = making current I_c = breaking current I_e = rated operational current U = voltage before make (applied voltage) U_e = rated operational voltage U_r = operational frequency or d.c. recovery voltage							
^a For a.c., the making current is expressed by the r.m.s. value of the periodic component of the current.							

7.2.4.3 Mechanical durability

Subclause 7.2.4.3.1 of IEC 60947-1 applies. Test conditions are specified in 8.5.1.

7.2.4.4 Electrical durability

Subclause 7.2.4.3.2 of IEC 60947-1 applies. Test conditions are specified in 8.5.2.

7.2.5 Ability to make, break or withstand short-circuit currents

The equipment shall be so constructed as to be capable of withstanding, under the conditions specified in this part, the thermal, dynamic and electrical stresses resulting from short-circuit currents.

Short-circuit currents may be encountered during current making, current carrying in the closed position and current interruption.

The ability of the equipment to make, carry and break short-circuit currents is stated in terms of one or more of the following ratings.

- a) Rated short-time withstand current (see 4.3.6.1).
- b) Rated short-circuit making capacity (see 4.3.6.2).
- c) Rated conditional short-circuit current (see 4.3.6.4).

7.2.6 Vacant

7.2.7 Additional performance requirements for equipment suitable for isolation

These requirements only apply to equipment with rated operational voltage greater than 50 V.

With the equipment in new condition and the contacts in the open position the equipment shall withstand the dielectric test of 8.3.3.2.

If tests according to 8.3.3.3 and 8.3.4.1 have been made, the equipment in the condition after the tests shall meet the leakage current requirements of 8.3.3.5.

7.2.8 Vacant

7.2.9 Overload requirements for equipment incorporating fuses

The main circuit of an equipment shall be capable of carrying an overload current according to 8.3.7.1 and shall not cause any damage of a nature which impairs the subsequent performance of the equipment in test sequence V.

7.3 Electromagnetic compatibility

7.3.1 ~~Vacant~~ General

Subclause 7.3.1 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies.

7.3.2 Immunity

Subclause 7.3.2 of IEC 60947-1 applies with the following change and addition.

7.3.2.1 Equipment not incorporating electronic circuits

~~Equipment within the scope of this part standard not incorporating electronic circuits are not sensitive to electromagnetic disturbances in normal service conditions and therefore no immunity tests are required.~~

Subclause 7.3.2.1 of IEC 60947-1 applies.

7.3.2.2 Equipment incorporating electronic circuits

Equipment incorporating electronic circuits (for example ~~an electronic~~ fuse-blowing indicator) shall have satisfactory immunity to electromagnetic disturbances (see 8.4.1.2).

For the appropriate tests to verify the compliance with these requirements, see 8.4 of IEC 60947-1.

Specific performance criteria shall be given in the relevant product standard based on the acceptance criteria given in Table 24 of IEC 60947-1.

Table 6 provides the specific immunity performance criteria to be considered.

Table 6 – Immunity tests

Types of immunity test	Applicable basic standards	Severity levels required
Electrostatic discharge	IEC 61000-4-2	Air discharge 8 kV or contact discharge 4 kV
Electromagnetic field	IEC 61000-4-3	10 V/m
Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	2 kV
Surge	IEC 61000-4-5	2 kV (common mode) 1 kV (differential mode)
Conducted disturbances induced by RF fields	IEC 61000-4-6	10 V
NOTE—A simple rectifier is not sensitive to electromagnetic disturbances in normal service conditions and does not therefore require immunity tests.		

Types of test	Test level required	Acceptance criteria (as defined in Table 24 of IEC 60947-1)
Electrostatic discharge immunity test IEC 61000-4-2	8 kV / air discharge or 4 kV / contact discharge	B
Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test IEC 61000-4-3	10 V/m	A
Electrical fast transient/burst immunity test IEC 61000-4-4	2 kV / 5 kHz on power ports 1 kV / 5 kHz on signal ports	B
Surge immunity test IEC 61000-4-5	2 kV (common mode) 1 kV (differential mode)	B
Conducted disturbances induced by radio-frequency fields immunity test IEC 61000-4-6	10 V	A
NOTE 1 A simple rectifier is not sensitive to electromagnetic disturbances in normal service conditions and does not therefore require immunity tests.		
NOTE 2 Where an acceptance criteria B is specified there shall be no change of the status of the main contacts as a result of the disturbance.		

7.3.3 Emission

7.3.3.1 Equipment not incorporating electronic circuits

~~For equipment not incorporating electronic circuits, electromagnetic disturbances can only be generated during occasional switching operations. The duration of disturbances is in the order of milliseconds.~~

~~The frequency, level and consequences of these emissions are considered as a part of the normal electromagnetic environment of low voltage installations.~~

~~As a result, the requirements for electromagnetic emissions are deemed to be satisfied and no verification is necessary.~~

Subclause 7.3.3.1 of IEC 60947-1 applies.

7.3.3.2 Equipment incorporating electronic circuits

Equipment incorporating electronic circuits (e.g. an electronic fuse-blowing indicator) may generate continuous electromagnetic disturbances.

Emission shall fulfil the requirements of class A, group 1 of CISPR 11 or those of class A of CISPR 22 (see 8.4.2.2).

Table 7 – Emission limits

Ports	Frequency ranges MHz	Limits ^d	Standards
Enclosure ^b	30 to 230 ^a	30 dB (µV/m) quasi peak measured at 30 m distance ^c	CISPR 11
	230 to 1 000 ^a	37 dB (µV/m) quasi peak measured at 30 m distance ^c	Class A - Group 1
AC power	0,15 to 0,5 ^a	79 dB (µV) quasi peak 66 dB (µV) average	or
	0,5 to 5 ^a	73 dB (µV) quasi peak 60 dB (µV) average	CISPR 22
	5 to 30 ^a	73 dB (µV) quasi peak 60 dB (µV) average	Class A
^a The lower limit should apply at the transition frequency. ^b Applicable only to mechanical switching devices containing parts which operate at frequencies higher than 9 kHz, e.g. microprocessors. ^c May also be measured at a 10 m distance using the limits increased by 10 dB, or at a 3 m distance using the limits increased by 20 dB. ^d These limits have been copied, without alteration, from CISPR 11 and CISPR 22.			

These limits are given for mechanical switching devices which are used exclusively in an industrial environment. When there exists a likelihood of use outside the industrial environment, the following notice shall be included in the manufacturer's published information.

Caution
This is a class A product. In a domestic environment, this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

However, this notice is not necessary when the emission limits given in CISPR 22, class B are fulfilled.

8 Tests

8.1 Kind of tests

8.1.1 General

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1 applies.

8.1.2 Type tests

Subclause 8.1.2 of IEC 60947-1 applies. Type tests are given in Table 9 of this part.

8.1.3 Routine tests

Subclause 8.1.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

8.1.3.1 General

The following tests apply:

- mechanical operation test (see 8.1.3.2)
operation of the switch, disconnector, switch-disconnector or fuse-combination unit during manufacture and/or other routine test may take the place of the tests listed above, provided the same conditions apply and the number of operations is not less than that specified;
- dielectric test (see 8.1.3.3)
if, by the control of materials and manufacturing processes, the integrity of the dielectric properties has been proven, these tests may be replaced by sampling tests according to a recognized sampling plan (see IEC 60410).

8.1.3.2 Mechanical operation test

A test shall be made to verify the correct mechanical operation of the equipment by 5 closing and opening operations.

8.1.3.3 Dielectric test

The test conditions shall be in accordance with 8.3.3.4.2 of IEC 60947-1. As an alternative, the combined test according to 8.3.3.4.2, item 3), of IEC 60947-1 is allowed. The value of the test voltage shall be in accordance with that given in Table 12A of IEC 60947-1. The duration of the test shall not be less than 1 s and the test voltage shall be applied as follows:

- with the equipment in the open position, between each pair of terminals which are electrically connected together when the equipment is closed;
- with the equipment in the closed position, between each pole and the adjacent pole(s) and between each pole and the frame;
- for equipment incorporating electronic circuits connected to the main poles, with the equipment in the open position, between each pole and the adjacent pole(s) and between each pole and the frame, either on the incoming side or the outgoing side depending on the position of the electronic components.

Alternatively, disconnection of the electronic circuit(s) is permitted during dielectric tests.

8.1.4 Sampling tests

Sampling tests for verification of clearances shall be made according to 8.3.3.4.3 of IEC 60947-1 in accordance with a recognized sampling plan (see IEC 60410).

8.1.5 Special tests

Special tests (see 2.6.4 of IEC 60947-1) are specified in 8.5.

8.2 Type tests for constructional requirements

Subclause 8.2 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

8.2.4 Mechanical properties of terminals

Subclause 8.2.4 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Where equipment is designed to be provided with different designs of terminals, the tests shall be conducted on every design.

8.2.5 Verification of the effectiveness of indication of the main contacts position of equipment suitable for isolation

Subclause 8.2.5 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

8.2.5.1 Condition of equipment for tests

The test of the actuator mechanism and position indicating device shall be conducted as part of test sequence I (see 8.3.3 and Table 11).

If different types of actuators exist, either additional or integral, only one design shall be tested during sequence I. Moreover, the sample representative of the more critical case shall be tested according to 8.3.3.7.

8.2.5.2 Method of test

8.2.5.2.1 Dependent and independent manual operation

~~The force necessary to operate the device to the open position shall be measured at the extremity of the actuator. The measured force F shall be equal to the average value of maximum force obtained from 3 consecutive operations, with the device in a clean and new condition. This force F shall then be used for the establishment of the test force in Table 8.~~

~~With the equipment in the closed position, fixed and moving contacts of the pole for which the test is deemed to be the most severe shall be kept closed by appropriate means. The actuator shall be submitted to the test force as defined in Table 8 according to its type. Where the device has more than one contact system in series, each contact system shall be held in the closed position.~~

~~In the case of multiple tip contact systems, the least number of parallel contact tips shall be fixed together as necessary to hold the contact system closed in order to allow the test force to be applied without the contacts separating.~~

~~The appropriate means to keep the contact(s) closed and the number of contacts shall be specified by the manufacturer. The number of contacts and the method shall be stated in the report.~~

~~This force shall be applied without shock to the actuator in a direction to open the contacts for a period of 10 s.~~

~~The direction of the force, as shown in Figure 1, shall be maintained throughout the test.~~

~~If locking means are provided to lock the actuator in the open position it shall not be possible to lock the actuator in this position while the test force is applied.~~

8.2.5.2.2 Dependent power operation

~~With the equipment in the closed position, the fixed and moving contacts of the pole for which the test is deemed to be the most severe shall be fixed together, for example by welding. Where the device has more than one contact system in series, each contact system shall be held in the closed position.~~

~~In the case of multiple tip contact systems, the least number of parallel contact tips shall be fixed together as necessary to hold the contact system closed in order to allow the test force to be applied without the contacts separating.~~

~~The appropriate means to keep the contact(s) closed and the number of contacts shall be specified by the manufacturer. The number of contacts and the method shall be stated in the report.~~

~~The supply voltage to the power operator shall be applied at 110 % of its normal rated value to attempt to open the contact system of the equipment.~~

~~Three attempts to operate the equipment at 5 min intervals by the power operator shall be made, each for a period of 5 s, unless an associated protective device of the power operator limits the time to a shorter period.~~

~~Verification shall be made according to 8.2.5.3.2.~~

~~NOTE In the USA, devices meeting these additional requirements are not accepted as assuring isolation by themselves. Isolation requirements and procedures are covered in the relevant Federal regulations and maintenance standards.~~

8.2.5.2.3 Independent power operation

~~With the equipment in the closed position, the fixed and moving contacts of the pole for which the test is deemed to be the most severe shall be fixed together, for example by welding. Where the device has more than one contact system in series, each contact system shall be held in the closed position.~~

~~In the case of multiple tip contact systems, the least number of parallel contact tips shall be fixed together as necessary to hold the contact system closed in order to allow the test force to be applied without the contacts separating.~~

~~The appropriate means to keep the contact(s) closed and the number of contacts shall be specified by the manufacturer. The number of contacts and the method shall be stated in the report.~~

~~The stored energy of the power operator shall be released to attempt to open the contact system of the equipment.~~

~~Three attempts to operate the equipment by releasing the stored energy shall be made.~~

~~Verification shall be made according to 8.2.5.3.2.~~

~~NOTE In the USA, devices meeting these additional requirements are not accepted as assuring isolation by themselves. Isolation requirements and procedures are covered in the relevant Federal regulations and maintenance standards.~~

8.2.5.3 Condition of equipment during and after test

8.2.5.3.1 Dependent and independent manual operation

~~After the test and when the test force is no longer applied to the actuator with the actuator being left free, the indication of the open position shall not be wrongly given.~~

Table 8 — Actuator test forces

Types of actuator	Test force	Minimum test force N	Maximum test force N
Pushbutton (see Figure 1a)	3 <i>F</i>	50	150
One-finger operated (see Figure 1b)	3 <i>F</i>	50	150
Two-finger operated (see Figure 1c)	3 <i>F</i>	100	200
One-hand operated (see Figure 1d and 1e)	3 <i>F</i>	150	400
Two-hand operated (see Figure 1f)	3 <i>F</i>	200	600
Two-hand operated (see Figure 1g)	3 <i>F</i>	200	600

F is the normal operating force in new condition. The test force shall be 3 *F* with the stated minimum and maximum values and be applied as shown in Figure 1.

8.2.5.3.2 ~~Dependent and independent power operation~~

~~During and after the test, the open position shall not be indicated by any of the means provided and the equipment shall not show any damage such as to impair its normal operation.~~

~~When the equipment is provided with means for padlocking in the open position, it shall not be possible to lock the equipment during the test.~~

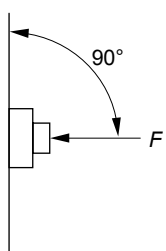


Figure 1a

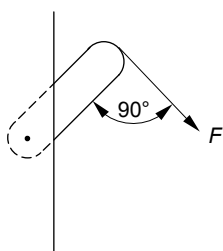


Figure 1b

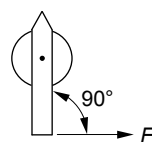


Figure 1c

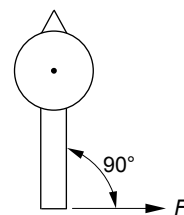


Figure 1d

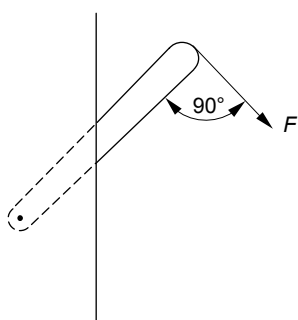


Figure 1e

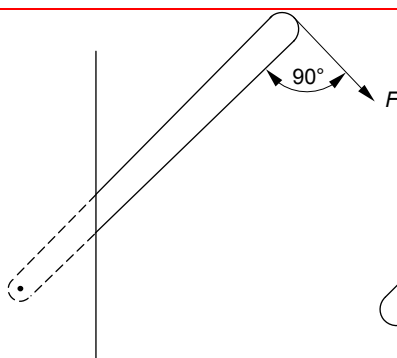


Figure 1f

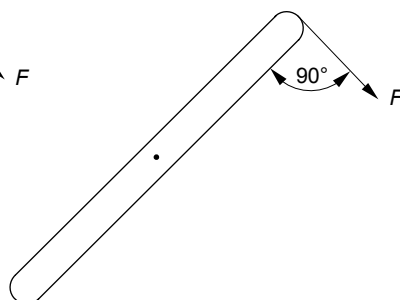


Figure 1g

IEC 1399/08

Figure 1 – Actuator applied force F

Table 9 – List of type tests applicable to a given equipment

Tests	Switch	Fuse-switch	Switch-fuse	Dis-connector	Disconnector-fuse	Fuse dis-connector	Switch dis-connector	Switch dis-connector-fuse	Fuse-switch dis-connector
Temperature-rise ^a	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Temperature-rise verification	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Dielectric properties	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Dielectric verification	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Leakage current	–	–	–	o	o	o	o	o	o
Rated making and breaking capacities (overload)	o	o	o	–	–	–	o	o	o
Operational performance	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Rated short-time withstand current	o	–	–	o	–	–	o	–	–
Rated short-circuit making capacity	o	–	–	–	–	–	o	–	–
Rated conditional short-circuit current	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Strength of actuator mechanism	–	–	–	o	o	o	o	o	o
Overload test	–	o	o	–	o	o	–	o	o
o = test – = no test required									
NOTE This list of type tests is for information only, see also footnote “a” in Tables 14 and 15.									
^a Applies to 8.3.2.1.3 only.									

8.3 Performance

Performance type tests to which equipment may be submitted according to its kind are listed in Table 9.

8.3.1 Test sequences

Type tests are grouped together in a number of sequences as shown in Table 10.

For each sequence, tests shall be made in the order listed in accordance with the requirements of the appropriate subclause, apart from the temperature-rise test (simplified testing only) and dielectric properties test of test sequence I, which may be conducted on a separate sample.

Table 10 – Overall scheme of test sequences

Sequences	Tests
General performance characteristics (see 8.3.3 and Table 11)	Temperature-rise ^{e, f} Dielectric properties ^e Making and breaking capacities ^a Dielectric verification ^a Leakage current ^b Temperature-rise verification Strength of actuator mechanism
Operational performance capability (see 8.3.4 and Table 13)	Operational performance Dielectric verification Leakage current ^b Temperature-rise verification
Short-circuit performance capability ^c (see 8.3.5 and Table 14)	Short-time withstand current Short-circuit making capacity ^a Dielectric verification Leakage current ^b Temperature-rise verification
Conditional short-circuit current ^c (see 8.3.6 and Table 15)	Fuse protected short-circuit withstand Fuse protected short-circuit making ^a Dielectric verification Leakage current ^b Temperature-rise verification
Overload performance capability ^d (see 8.3.7 and Table 16)	Overload test Dielectric verification Leakage current ^b Temperature-rise verification
^a Not applicable to AC-20 or DC-20 equipment. See 4.3.5.2 and 4.3.5.3. ^b Only required for equipment suitable for isolation of rated voltage greater than 50 V. ^c Either test sequence III or test sequence IV to be made according to the ratings stated by the manufacturer. ^d Not required for switches, disconnectors and switch-disconnectors. ^e May be conducted outside of the sequence, see 8.3.1. ^f Applies to 8.3.2.1.3 only.	

8.3.2 General test conditions

8.3.2.1 General requirements

Subclause 8.3.2.1 of IEC 60947-1 applies to all type tests as applicable. The equipment at the start of any test sequence shall be in new and clean condition.

The force applied for any opening operation shall not be greater than the test force determined in 8.2.5.2 of IEC 60947-1 and shall be applied in the same manner without shock.

Where doubt exists as to the correct opening operation, no more than 3 attempts to operate the equipment to the open position are allowed.

In order to reduce multiple testing for the same fundamental design of equipment, the following test requirements may be used.

8.3.2.1.1 Simplified test for equipment having the same fundamental design

When submitting simultaneously a range of switches, disconnectors, switch-disconnectors or fuse combination units of the same fundamental design, the following variations are permitted provided the equipment complies in all other respects.

8.3.2.1.2 Requirements for equipment having the same fundamental design

Switches, disconnectors, switch-disconnectors or fuse combination units shall be evaluated with respect to the following criteria during the determination of acceptance as the same fundamental design:

- a) the material, finish and dimensions of the current-carrying parts are identical, except for variation in design of terminals and means of fuse attachment;
- b) the contact size, material, configuration and method of attachment are identical;
- c) the operating mechanism is of the same fundamental design, materials and physical characteristics are identical;
- d) the closing and opening speeds of contacts are substantially the same;
- e) moulding and insulating materials are identical;
- f) method, materials and construction of any arc extinction device are identical.

The following variations are also permitted, provided the simplified test procedure given in 8.3.2.1.3 is used:

- g) utilization category and operational voltage;
- h) application for 50 Hz or 60 Hz;
- i) three or four pole equipment (switched or non-switched neutral), provided the requirements of 7.1.9 are applicable;
- j) design of terminal provided that clearances and creepage distance are not reduced (see ~~7.1.4~~, 8.2.4 and 8.3.3.2 of this ~~part~~ standard and also see 7.1.4 and 8.3.3.1 of IEC 60947-1);
- k) different types of actuators, either additional or integral, provided the requirements for strength of actuator are verified (see 8.2.5) on each type of actuator, one of which during test sequence I;
- l) fuse-base contacts of switch-fuses, disconnector-fuses and switch-disconnector-fuse with different types of fuse-links (fuse-link removed only under no-load conditions).

8.3.2.1.3 Simplified test procedure

The following simplified test procedure shall be used.

- a) If equipment having the same fundamental design is marked claiming more than one utilization category and/or more than one operational voltage, the number of test samples may be reduced, providing the tests are conducted under the most severe conditions.

For short-circuit, making and breaking, and operational performance tests, the conditions are deemed more severe if the following conditions are simultaneously fulfilled:

- operational rated voltage equal or higher;
- test current equal or higher;
- power factor equal or lower;
- number of operations equal or higher.

- b) Tests performed at 50 Hz are deemed to cover 60 Hz applications and vice versa with the following exceptions:

- temperature-rise test according to 8.3.3.1 for devices having a current greater than 800 A;

NOTE By agreement between manufacturer and user, tests at 50 Hz may be accepted for operation at 60 Hz and vice versa for currents greater than 800 A.

- temperature-rise and operational performance of relays and releases (see 7.2.2 and 7.2.2.6 of IEC 60947-1). Temperature-rise tests of coils shall be performed for each frequency, but only one included in the relevant test sequence, and if separate supplying of coils and other circuits is possible, it is accepted that other circuits remain supplied at 50 Hz.

- c) Tests performed on three pole devices are deemed to cover also four pole devices with a non-switched neutral pole, provided a single-phase test on the neutral pole is performed according to 8.3.3.3.4 of IEC 60947-1.

Tests performed on four switched pole devices are deemed to cover also three switched pole devices provided that all poles are identical and the closing and opening speeds of contacts are substantially the same (only the requirements of 7.1.9 are applicable concerning closing and opening of the neutral pole). However, the four switched pole devices shall always be connected in a three-phase arrangement (see Figure 11 of IEC 60947-1).

- d) Tests performed with different types of fuse-base contacts.

Where switch-fuse, disconnecter-fuse or switch-disconnector-fuse are designed to be provided with different types of fuse-base contacts, temperature-rise tests according to 8.3.3.1 shall be conducted on each type at the corresponding highest fuse rated current.

The type having the maximum temperature-rise among those of the maximum test current shall be used for tests to sequences I, II and V.

Sequence IV shall be conducted on each type of fuse-base contacts whose fuse connecting means are other than bolted connection, at the highest rated conditional short circuit corresponding current, and, if different, with the type of fuse having the maximum let-through energy at the highest test voltage.

- e) Tests performed with different terminal designs.

Where equipment is designed to be provided with different designs of terminal, the requirements and tests according to 8.3.3.1 and 8.2.4 of IEC 60947-1 shall be conducted on each design.

Where equipment has terminals to be used on plug-on busbars, tests according to 8.3.3.1, 8.3.5.1 or 8.3.6.2.1 a), as applicable, shall be performed. Verification of the plugging operation shall be made. The number of operating cycles shall be 50, the cycle being from the connected position to the disconnected position and back to the connected position.

The test is considered to be satisfactory if the operating conditions of the apparatus have not been impaired.

- f) By tests to 8.3.2.1.3, items d) and e), it is possible to test the temperature-rise at terminals and accessible parts.

If the temperature-rise limits of accessible parts are tested in 8.3.2.1.3 and comply with Table 3 of IEC 60947-1 no further tests of these parts at 8.3.3.6 are necessary.

Since the intention of the tests to 8.3.2.1.3, items d) and e), is to establish the worst case, the values of Table 2 of IEC 60947-1 do not apply.

8.3.2.2 Test quantities

Subclause 8.3.2.2 of IEC 60947-1 applies.

8.3.2.3 Evaluation of test results

The behaviour of the equipment during the tests and its condition after the tests are specified in the appropriate test clause.

8.3.2.4 Test report

Subclause 8.3.2.4 of IEC 60947-1 applies.

8.3.3 Test sequence I: general performance characteristics

This test sequence applies to the types of equipment listed in Table 11 and comprises the tests according to the table.

8.3.3.1 Temperature-rise

Subclause 8.3.3.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

As a minimum the test shall be carried out at the rated operational current I_e . At the manufacturer's discretion, when I_{th} and/or I_{the} are higher than I_e , the higher value may be used. In the case of an AC-20 or DC-20 rating, the temperature rise test shall be carried out at I_{th} , or I_{the} if the device is in a specified enclosure.

Fuse-combination units shall be fitted with fuse-links having a rated current equal to the conventional thermal current of the combination unit.

The fuse-link shall have a power loss not exceeding the maximum value specified by the equipment manufacturer.

NOTE 1 The test may be made with a "dummy" fuse-link of essentially similar design to the standardized fuse-link and having the specified power loss.

In the case of tests carried out on a fuse-switch, a fuse-disconnector or a fuse-switch-disconnector where the blades of the fuse-links are part of the make-breaking contacts, fuse-links shall be used.

NOTE 2 For a fuse-switch or a fuse-switch-disconnector where the blades of the fuse-links are part of the make-breaking contacts, dummies or copper links may not replace the fuse-links due to the fact that the blades of the fuse-links in these devices wear. The wear of the fuse-blades influences the thermal verification according to 8.3.3.6.

Details of the fuse-links used for the test, i.e. the manufacturer's name and reference, the rated current, the power loss of the fuse-link, and the breaking capacity, shall be given in the test report. The type test with the specified fuse-links shall be deemed to cover the use of any other fuse-link having a power loss, at the conventional thermal current of the combination unit, not exceeding the power loss of the fuse-link used for the test.

~~In the case of tests carried out on a switch fuse or a switch disconnector fuse, fuse links may be replaced by suitable copper links of dimensions and mass electrically equivalent to those of the fuse-links recommended by the manufacturer.~~

Table 11 – Test sequence I: general performance characteristics

Tests	Sub-clause No.	Samples ^c	Types of equipment and order of tests					
			Switch	Fuse-switch and switch-fuse	Disconnector	Disconnector-fuse and fuse-disconnector	Switch-disconnector	Switch-disconnector-fuse and fuse-switch-disconnector
Temperature-rise ^{d, e}	8.3.3.1	A,B,C,F	1	1	1	1	1	1
Dielectric properties ^d	8.3.3.2	A,C,F	2	2	2	2	2	2
Making and breaking capacities	8.3.3.3	A,D	3	3	a	a	3	3
Dielectric verification	8.3.3.4	A,D	4	4	a	a	4	4
Leakage current ^b	8.3.3.5	A,D	-	-	3	3	5	5
Temperature-rise verification	8.3.3.6	A,D	5	5	4	4	6	6
Strength of actuator mechanism	8.3.3.7	A,E	-	-	5	5	7	7
^a This test is not required for disconnectors (AC-20 or DC-20). See 4.3.5.2 and 4.3.5.3. ^b Test required only for U_e greater than 50 V. ^c Only tests marked by the same letter shall be applied in sequence to a given sample: "A" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest rated current I_e, and if applicable, having the maximum temperature-rise according to 8.3.2.1.3, item d). Other samples if applicable: "B" is a different sample for 60 Hz test, if applicable, according to 8.3.2.1.3, item b); "C" are samples of each other terminal design tested at correspondent maximum rated current; "D" are samples to verify as many combinations of U_e, I_e, AC or DC voltage ratings, to be tested (see 8.3.2.1.3); "E" is the extra sample as specified in 8.2.5.1 and can be one of sample B, C or D; "F" are samples of every type of fuse-carrier of fuse-combination unit according to 8.3.2.1.3, item d). ^d May be conducted outside of the sequence, see 8.3.1. ^e Applies only to 8.3.2.1.3.								

8.3.3.2 Test of dielectric properties

Subclause 8.3.3.4.1, items 1), 2), 3), 7) and, if applicable, 8) of IEC 60947-1 applies with the following addition.

When, in agreement with the manufacturer, devices are disconnected for the test according to 8.3.3.4.1, item 3) c) of IEC 60947-1, the test report shall state these devices.

For equipment suitable for isolation (see 3.3) having an operational voltage U_e greater than 50 V, the leakage current shall be measured through each pole with the contacts in the open position, at a test voltage of 1,1 U_e and shall not exceed 0,5 mA.

8.3.3.3 Making and breaking capacities

8.3.3.3.1 Test values and conditions

Subclause 8.3.3.5 of IEC 60947-1 applies regarding equipment provided with a neutral pole.

The test values are stated in 7.2.4.1, Table 3, according to the utilization category.

The stated number of make-break operating cycles shall be made with a time interval between close-open cycles of $30\text{ s} \pm 10\text{ s}$ except that for equipment of conventional thermal current of 400 A or more, the time interval may be increased by agreement between manufacturer and user and the interval shall be stated in the test report.

During each make-break operating cycle, equipment need only stay in the closed position for a period long enough to allow the switching operation to be completed and to enable the current value to be established and the moving parts of the equipment to come to rest. After each operating cycle, the recovery voltage shall be maintained for at least 0,05 s.

For convenience of testing, equipment of utilization categories AC-23A and AC-23B, make-break operating cycles may be replaced, with the agreement of the manufacturer, by the stated number of $10 I_e$ make cycles followed by the same number of $8 I_e$ break cycles.

For a.c. the power-factor of the test circuit shall be determined in accordance with 8.3.4.1.3 of IEC 60947-1. The values shall be in accordance with Table 3.

For d.c. the time-constant of the test circuit shall be determined in accordance with 8.3.4.1.4 of IEC 60947-1. The values shall be in accordance with Table 3.

The test voltage and the load shall be applied to the appropriate terminals of the equipment. For equipment in which a moving contact remains connected to one of the terminals when the equipment is in the open position, this test shall be repeated with the supply and load connections interchanged, unless the terminals are specifically and clearly marked for load and supply.

In the case of tests carried out on a fuse-switch or a fuse-switch-disconnector where the blades of the fuse-links are part of the make-breaking contacts, fuse-links shall be used.

NOTE For a fuse-switch or a fuse-switch-disconnector where the blades of the fuse-links are part of the make-breaking contacts, dummies or copper links may not replace the fuse-links due to the fact that the blades of the fuse-links in these devices wear. The wear of the fuse-blades influences the thermal verification according to 8.3.3.6.

Details of the fuse-links used for the test, i.e. the manufacturer's name and reference, the rated current, the power loss of the fuse-link and the breaking capacity, shall be given in the test report.

In the case of tests carried out on a switch-fuse or a switch-disconnector-fuse, fuse-links may be replaced by suitable copper links of dimensions and mass electrically equivalent to those of the fuse-links recommended by the manufacturer.

8.3.3.3.2 Test circuit

Subclause 8.3.3.5.2 of IEC 60947-1 applies.

8.3.3.3.3 Transient recovery voltage

Subclause 8.3.3.5.3 of IEC 60947-1 applies only to utilization categories AC-22 and AC-23. For tests for utilization categories DC-22 and DC-23 the test circuit load may be replaced by a motor producing the specified current and time constant value if agreed between manufacturer and user.

8.3.3.3.4 Vacant

8.3.3.3.5 Behaviour of equipment during making and breaking capacity tests

The equipment shall perform during the above tests in such a manner as not to endanger an operator or cause damage to adjacent equipment.

There shall be no permanent arcing or flash-over between poles or between poles and frame and no melting of the fuse in the detection circuit.

The equipment shall remain mechanically operable. Contact welding, such as to prevent an opening operation using normal operating means, is not permitted.

8.3.3.3.6 Condition of equipment after the making and breaking capacity tests

It shall be demonstrated immediately after the test that the equipment will close and open satisfactorily during a no-load close/open operation.

The force required for opening shall not be greater than the test force of 8.2.5.2 and Table-8 17 of IEC 60947-1.

A closing operation is considered satisfactory when normal operation of the handle through its full stroke will close the contacts sufficiently for the equipment to be able to carry its rated operational current.

After the test and without maintenance the equipment shall comply with the requirements of 8.3.3.4.

The contacts shall be in a suitable condition to carry the rated operational current without maintenance and shall comply with the temperature-rise verification of 8.3.3.6.

If the equipment is suitable for isolation, it shall comply with 8.3.3.5 and 8.3.3.7.

8.3.3.4 Dielectric verification

After the test according to 8.3.3.3, a test shall be made according to 8.3.3.4.1 4) of IEC 60947-1.

8.3.3.5 Leakage current

This test is made only on equipment suitable for isolation of rated operational voltage U_e greater than 50 V. The leakage current shall be checked across ~~each~~ the contact gaps ~~and from each terminal to the frame~~ as follows:

- a) disconnector and switch-disconnector: between load and line terminals;
- b) disconnector-fuse, switch-disconnector-fuse, fuse-disconnector and fuse-switch-disconnector single opening: between load and line terminals;
- c) disconnector-fuse, switch-disconnector-fuse, fuse-disconnector and fuse-switch-disconnector double opening: (i) between line terminals and the fuse-links; (ii) between load terminals and the fuse-links; and (iii) between load and line terminals.

The value of leakage current, with a test voltage equal to 1,1 times the rated operational voltage of equipment shall not exceed

- 0,5 mA per pole for equipment of utilization category AC-20A, AC-20B, DC-20A or DC-20B;
- 2 mA per pole for equipment of all other utilization categories.

After the tests according to 8.3.3.3, the temperature-rise of the terminals and accessible parts shall be checked according to 8.3.3.1 except that where a utilization category is assigned the tests are made at the rated operational current I_e of the equipment tested.

Table 12 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts

8.3.3.7 Strength of actuator mechanism

8.3.4 Test sequence II: operational performance capability

They are made to verify compliance with 7.2.4.2.

Tests	Sub-clause No.	Samples ^b	Types of equipment and order of tests					
			Switch	Fuse-switch and switch-fuse	Disconnector	Disconnector-fuse and fuse-disconnector	Switch-disconnector	Switch-disconnector-fuse and fuse-switch-disconnector
Operational performance	8.3.4.1	A, B	1	1	1	1	1	1
Dielectric verification	8.3.4.2	A, B	2	2	2	2	2	2
Leakage current ^a	8.3.4.3	A, B	—	—	3	3	3	3
Temperature-rise verification	8.3.4.4	A, B	3	3	4	4	4	4

^a Test required only for U_e greater than 50 V.

^b "A" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest rated current I_e , and if applicable, having the maximum temperature-rise according to 8.3.2.1.3 d).
 "B", if applicable, are samples to verify as many combinations of U_e , I_e , a.c. or d.c. voltage ratings, to be tested.

8.3.4.1 Operational performance test

8.3.4.1.1 Test values and conditions

The test values are stated in Tables 4 and 5, according to the utilization category.

The time interval between Table 4 operating cycles with current and without current and the sequential order of the tests shall be stated in the test report.

During each make-break operating cycle, the equipment need only stay in the closed position for a period long enough to allow the switching operation to be completed and to enable the current value to be established and the moving parts of the equipment to come to rest. After each operating cycle, the recovery voltage shall be maintained for at least 0,05 s.

For a.c. the power-factor of the test circuit shall be determined in accordance with 8.3.4.1.3 of IEC 60947-1. The values shall be in accordance with Table 5.

For d.c. the time-constant of the test circuit shall be determined in accordance with 8.3.4.1.4 of IEC 60947-1. The values shall be in accordance with Table 5.

8.3.4.1.2 Test circuit

Subclause 8.3.3.5.2 of IEC 60947-1 applies.

8.3.4.1.3 Transient recovery voltage

It is not necessary to adjust the transient recovery voltage.

8.3.4.1.4 Switching overvoltages

Under consideration.

8.3.4.1.5 Behaviour of the equipment during the operational performance test

The equipment shall perform during the above tests in such a manner as not to endanger an operator or cause damage to adjacent equipment.

There shall be no permanent arcing or flash-over between poles or between poles and frame and no melting of the fuse in the detection circuit.

The equipment shall remain mechanically operable. Contact welding, such as to prevent an opening operation using normal operating means, is not permitted.

Some wear on the mechanism and contacts is allowed provided that the equipment functions correctly.

8.3.4.1.6 Condition of the equipment after the operational performance test

It shall be demonstrated immediately after the test that the equipment will close and open satisfactorily during a no-load close/open operation.

The force required for opening shall not be greater than the test force of 8.2.5.2 and Table-8 17 of IEC 60947-1.

A closing operation is considered satisfactory when normal operation of the handle through its full stroke will close the contacts sufficiently for the equipment to be able to carry its rated operational current.

After the tests and without maintenance the equipment shall comply with the requirements of 8.3.4.2.

The contacts shall be in a suitable condition to carry the rated operational current without maintenance and shall comply with the temperature-rise verification of 8.3.4.4.

If the equipment is suitable for isolation, it shall comply with 8.3.4.3.

8.3.4.2 Dielectric verification

Subclause 8.3.3.4 applies.

8.3.4.3 Leakage current

Subclause 8.3.3.5 applies.

8.3.4.4 Temperature-rise verification

Subclause 8.3.3.6 applies.

8.3.5 Test sequence III: short-circuit performance capability

This test sequence applies to the types of equipment listed in Table 14 and comprises the tests according to this table.

This test sequence is not mandatory if a value of rated short-circuit making capacity is not stated by the manufacturer (see 8.3.5.2.1) and test sequence IV (see 8.3.6) is carried out.

The tests are made to verify compliance with 7.2.5.

Table 14 – Test sequence III: short-circuit performance capability

Tests	Sub-clause No.	Samples ^d	Types of equipment and order of tests					
			Switch	Fuse-switch and switch-fuse	Disconnector	Disconnector-fuse and fuse-disconnector	Switch-disconnector	Switch-disconnector-fuse and fuse-switch-disconnector
Short-time withstand current	8.3.5.1	A	1		1		1	
Short-circuit making capacity ^{a b}	8.3.5.2	A, B	2	Not applicable	–	Not applicable	2	Not applicable
Dielectric verification	8.3.5.3	A, B	3		2		3	
Leakage current ^c	8.3.5.4	A, B	–		3		4	
Temperature-rise verification	8.3.5.5	A, B	4		4		5	

^a Test sequence III is not mandatory if test sequence IV is carried out.

^b Switches and switch-disconnectors not having a rated short-circuit making capacity (see 2.1) shall meet the requirements of test sequence IV (see Table 15).

^c Test required only for U_e greater than 50 V.

^d "A" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest I_{cw} current.
"B", if applicable, are samples to verify as many combinations of U_e , I_{cw} or I_{cm} , AC or DC voltage ratings, to be tested.

8.3.5.1 Short-time withstand current test

8.3.5.1.1 Test values and conditions

The test conditions of 8.3.4.3 of IEC 60947-1 apply.

The test current shall be the rated short-time withstand current stated according to 4.3.6.1.

8.3.5.1.2 Test circuit

Subclause 8.3.4.1.2 of IEC 60947-1 applies.

For a.c., the power-factor of the test circuit shall be in accordance with 8.3.4.1.3 of IEC 60947-1.

For d.c., the time-constant of the test circuit shall be in accordance with 8.3.4.1.4 of IEC 60947-1.

8.3.5.1.3 Test circuit calibration

The calibration of the test circuit is carried out by placing temporary connections *B* of negligible impedance as close as reasonably possible to the terminals provided for connecting the equipment under test.

For a.c., resistors R_1 and reactors X are adjusted so as to obtain, at the applied voltage, a current equal to the rated short-time withstand current as well as the power-factor as indicated in 8.3.4.1.3 of IEC 60947-1.

For d.c., resistors R_1 and reactors X are adjusted so as to obtain, at the applied voltage, a current the maximum value of which is equal to the rated short-time withstand current as well as the time-constant as indicated in 8.3.4.1.4 of IEC 60947-1.

8.3.5.1.4 Test procedure

The temporary connections *B* are replaced by the equipment under test and the test current is applied for the specified time with the equipment in the closed position.

8.3.5.1.5 Behaviour of the equipment during the test

The equipment shall perform during the test in such a manner as not to endanger an operator or cause damage to adjacent equipment.

There shall be no permanent arcing or flash-over between poles or between poles and frame and no melting of the fuse in the detection circuit.

The equipment shall remain mechanically operable. Contact welding, such as to prevent an opening operation using normal operating means, is not permitted.

8.3.5.1.6 Conditions of the equipment after the test

It shall be demonstrated immediately after the test that the equipment will close and open satisfactorily during a no-load close/open operation.

The force required for opening shall not be greater than the test force of 8.2.5.2 and Table **8 17** of IEC 60947-1.

A closing operation is considered satisfactory when normal operation of the handle through its full stroke will close the contacts sufficiently for the equipment to be able to carry its rated operational current.

After the test and without maintenance if the equipment is a switch or a switch-disconnector, it shall be subjected to the short-circuit making capacity test, 8.3.5.2, as listed in Table 14.

If the equipment is suitable for isolation, it shall comply without maintenance with the dielectric verification of 8.3.5.3.

The contacts of a disconnector shall be in a suitable condition without maintenance to carry the rated operational current and shall comply with the temperature-rise of 8.3.5.5.

8.3.5.2 Short-circuit making capacity test

8.3.5.2.1 Test values and conditions

The test shall be made on the same equipment as for the test of 8.3.5.1 without any maintenance.

The test current shall be that assigned by the manufacturer as stated in 4.3.6.2.

8.3.5.2.2 Test circuit

Subclause 8.3.5.1.2 applies.

8.3.5.2.3 Test circuit calibration

The calibration of the test circuit is carried out by placing temporary connections *B* of negligible impedance as close as reasonably possible to the terminals provided for connecting the equipment under test.

Depending upon whether the equipment is rated a.c. or d.c. the calibration is made as follows.

a) For a.c.:

The tests shall be made at the rated frequency of the equipment.

The prospective current shall be applied for at least 0,05 s and its value is the r.m.s. value determined from the calibration record. This value shall be equal to or higher than the specified value in at least one pole.

The average value of all phases shall comply with the tolerances in 8.3.2.2 of IEC 60947-1.

The highest peak value of the prospective current during its first cycle shall be not less than *n* times the rated short-circuit current, the value of *n* being as stated in the fourth column of Table 16, of IEC 60947-1.

b) For d.c.:

The current shall be applied for the specified time and its mean value, determined from the record, shall be at least equal to the specified value.

If the testing station is unable to make these tests on d.c., they may, if agreed between manufacturer and user, be made on a.c., provided suitable precautions are taken, for instance, the peak value of current shall not exceed the permissible current.

For an equipment having the same rated current for a.c. and d.c. the a.c. test shall be taken as valid for the d.c. rating.

8.3.5.2.4 Test procedure

The temporary connections *B* are replaced by the equipment under test and the equipment shall be closed twice with an interval of approximately 3 min between these operations on a

prospective peak current not less than the rated short-circuit making capacity of the equipment. The current shall be maintained for at least 0,05 s.

The closing mechanism shall be operated so as to simulate service conditions as closely as possible.

8.3.5.2.5 Behaviour of the equipment during the test

The equipment shall perform during the above tests in such a manner as not to endanger an operator or cause damage to adjacent equipment.

There shall not be permanent arcing or flash-over between poles or between poles and frame and no melting of the fuse in the detection circuit.

The equipment shall remain mechanically operable. Contact welding, such as to prevent an opening operation using normal operating means, is not permitted.

8.3.5.2.6 Condition of the equipment after the test

It shall be demonstrated immediately after the test that the equipment will open and close satisfactorily during a no-load open/close operation.

The force required for opening shall not be greater than the test force of 8.2.5.2 and Table ~~8~~ 17 of IEC 60947-1.

A closing operation is considered satisfactory when normal operation of the handle through its full stroke will close the contacts sufficiently for the equipment to be able to carry its rated operational current.

After the test and without maintenance the equipment shall comply with the dielectric verification of 8.3.5.3.

The contacts shall be in a suitable condition without maintenance to carry the highest rated operational current and shall comply with the temperature-rise verification of 8.3.5.5.

8.3.5.3 Dielectric verification

Subclause 8.3.3.4 applies.

8.3.5.4 Leakage current

Subclause 8.3.3.5 applies, except that the maximum value of leakage current shall not exceed 2 mA per pole for all utilization categories.

8.3.5.5 Temperature-rise verification

Subclause 8.3.3.6 applies.

8.3.6 Test sequence IV: conditional short-circuit current

This test sequence applies to the types of equipment listed in Table 15 and comprises the tests according to the table.

This test sequence is not mandatory if a value of rated conditional short-circuit current is not stated by the manufacturer and test sequence III (see 8.3.5) is carried out.

For switches, disconnectors and switch-disconnectors the short-circuit protective device of the equipment may be a circuit-breaker or a fuse and shall be arranged on the load side of the equipment under test.

The type of circuit breaker or fuse shall be that stated by the manufacturer as suitable for the equipment.

Details of the protective device used for the test i.e. manufacturer's name, type designation, rated voltage, current and short-circuit breaking capacity shall be given in the test report.

The type test with the specified protective device shall be deemed to cover the use of any other protective device having a Joule integral (I^2t) and cut-off current at the rated voltage, prospective current and power-factor not exceeding the specified values for the type of protective device used for the test.

The tests are made to verify compliance with 7.2.5.

8.3.6.1 Circuit-breaker protected short-circuit withstand

Under consideration.

8.3.6.2 Fuse protected short-circuit withstand

8.3.6.2.1 Test values and conditions

The fuse-links shall be of the rated maximum current and rated breaking capacity deemed suitable by the manufacturer for use with the equipment.

The equipment manufacturer shall supply the fuse-links (see IEC 60269 series) to be used for the test. Details of the fuse-links used shall be recorded in the test report.

The test voltage to be used shall be equal to $1,05 U_e$, where U_e corresponds to the operational voltage of the device under test.

The test shall be made as follows.

a) Withstand test

A prospective current corresponding to the rated conditional short-circuit current stated by the manufacturer shall be applied with the equipment in the closed position.

b) Making test

After the withstand test of item a), all equipment according to Table 15 shall be fitted with new fuse-links and closed on to the rated conditional short-circuit current.

Table 15 – Test sequence IV: conditional short-circuit current

Tests	Sub-clause No.	Samples ^c	Types of equipment and order of tests					
			Switch ^a	Fuse-switch and switch-fuse	Disconnector ^a	Disconnector-fuse and fuse-disconnector	Switch-disconnector ^a	Switch-disconnector-fuse and fuse-switch-disconnector
Fuse protected short-circuit withstand	8.3.6.2.1a)	A, B	1	1	1	1	1	1
Fuse protected short-circuit making	8.3.6.2.1b)	A, B	2	2	–	–	2	2
Dielectric verification	8.3.6.3	A, B	3	3	2	2	3	3
Leakage current ^b	8.3.6.4	A, B	–	–	3	3	4	4
Temperature-rise verification	8.3.6.5	A, B	4	4	4	4	5	5
^a Test sequence IV is not mandatory if test sequence III is carried out (see Table 14). ^b Test required only for U_e greater than 50 V. ^c "A" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest rated conditional short-circuit current, or if applicable, "A" are samples of each type according to 8.3.2.1.3d). "B" if applicable, are samples to verify as many combinations of U_e , I_q , AC or DC voltage ratings, to be tested.								

8.3.6.2.2 Test circuit

Subclause 8.3.5.1.2 applies.

8.3.6.2.3 Test circuit calibration

Subclause 8.3.5.2.3 applies.

8.3.6.2.4 Test procedure

For fuse-switches, fuse-disconnectors and fuse-switch-disconnectors, the closing mechanism shall be operated according to 7.2.1.1.

The temporary connections are replaced by the equipment under test and the test current applied according to 8.3.6.2.1.

The recovery voltage shall be maintained for at least 0,05 s after interruption of the test current by the fuse.

8.3.6.2.5 Behaviour of the equipment during the test

Subclause 8.3.5.2.5 applies.

8.3.6.2.6 Condition of the equipment after the test

Subclause 8.3.5.2.6 applies.

8.3.6.3 Dielectric verification

Subclause 8.3.3.4 applies.

8.3.6.4 Leakage current

Subclause 8.3.5.4 applies.

8.3.6.5 Temperature-rise verification

Subclause 8.3.3.6 applies.

8.3.7 Test sequence V: overload performance capability

This test sequence applies to the types of equipment listed in Table 16 and comprises the tests according to the table.

8.3.7.1 Overload test

The equipment shall first be temperature conditioned at room temperature. The test current is $1,6 I_{the}$ or $1,6 I_{th}$ for a period of 1 h, or until one or more of the fuses blow. If the time is less than 1 h, the time shall be recorded in the test report.

The equipment manufacturer shall supply the fuse-links (see IEC 60269 series) to be used for the test. Details of the fuse-links used shall be recorded in the test report.

Subclause 8.3.3.1 applies with the exception that no temperatures have to be measured.

Within 3 min to 5 min after the fuse(s) has (have) operated or the period of 1 h is over, the equipment shall be operated once, i.e. opened and closed. The equipment shall not have undergone any impairment hindering such operation. The force to open the equipment shall not be greater than the actuator test force of 8.2.5.2 and Table ~~8~~ 17 of IEC 60947-1.

The time duration of the overload test shall be measured and given in the test report.

8.3.7.2 Dielectric verification

Subclause 8.3.3.4 applies.

8.3.7.3 Leakage current

Subclause 8.3.3.5 applies.

8.3.7.4 Temperature-rise verification

Subclause 8.3.3.6 applies with the addition of the following.

Fuse-links aged during the overload test according to 8.3.7.1 shall be replaced by new fuse-links of the same type and rating.

Table 16 – Test sequence V: overload performance capability

Tests	Sub-clause No.	Samples ^b	Types of equipment and order of tests		
			Fuse-switch and switch-fuse	Disconnect-fuse and fuse-disconnector	Switch-disconnector-fuse and fuse-switch-disconnector
Overload test	8.3.7.1	A	1	1	1
Dielectric verification	8.3.7.2	A	2	2	2
Leakage current ^a	8.3.7.3	A	–	3	3
Temperature-rise verification ^c	8.3.7.4	A	3	4	4
^a Test required only for U _e greater than 50 V. ^b "A" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest rated current I _e , and if applicable, having the maximum temperature-rise according to 8.3.2.1.3 d). ^c By agreement with the manufacturer, the test sequence may be changed so that the temperature-rise verification test follows directly after the overload test, followed by dielectric verification and the leakage current tests, as applicable.					

8.4 Electromagnetic compatibility tests

Subclause 8.4 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

During tests, the following performance criterion applies:

- unintentional separation or closing of contacts shall not occur.

8.4.1 Immunity

8.4.1.1 Equipment not incorporating electronic circuits

No tests are necessary (see 7.3.2.1).

8.4.1.2 Equipment incorporating electronic circuits

The requirements of 7.3.2.2 of IEC 60947-1 apply. To verify compliance with these requirements, the tests contained in Table 6 shall be conducted.

8.4.2 Emission

8.4.2.1 Equipment not incorporating electronic circuits

No tests are necessary (see 7.3.3.1).

8.4.2.2 Equipment incorporating electronic circuits

The requirements of 7.3.3.2 apply. The limits contained in Table 7 shall be verified by tests.

Measurements shall be made in the operating mode, including grounding conditions, producing the highest emission in the frequency band being investigated which is consistent with normal service conditions (see Clause 6).

Each measurement shall be performed in defined and reproducible conditions.

8.5 Special tests

Resistance to mechanical and/or electrical wear is demonstrated by the operational performance test detailed in 8.3.4.1.

Where abnormal service conditions are expected (see also note to 7.2.4.3 of IEC 60947-1), the following tests may be necessary.

8.5.1 Mechanical durability

The mechanical durability test (see 7.2.4.3 and 8.1.5), where required, is made in accordance with the appropriate requirements of 8.3.4.1, except that for equipment suitable for isolation, the maximum value of leakage current shall not exceed 6 mA per pole for all utilization categories.

The total number of operating cycles shall be as declared by the manufacturer.

8.5.2 Electrical durability

The electrical durability test (see 7.2.4.4 and 8.1.5), where required, is made in accordance with the appropriate requirements of 8.3.4.1, except that for equipment suitable for isolation, the maximum value of leakage current shall not exceed 6 mA per pole for utilization categories AC-21, AC-22, AC-23, DC-21, DC-22 and DC-23.

Equipment of utilization categories AC-20A, AC-20B, DC-20A and DC-20B is not submitted to this test.

The total number of operating cycles shall be as declared by the manufacturer.

Annex A (normative)

Equipment for direct switching of a single motor

A.1 General

Switches, switch-disconnectors and fuse-combination units normally intended for direct switching of individual motors shall comply with the additional requirements of this annex. These requirements are essentially the same as the appropriate subclauses of IEC 60947-4-1 and equipment complying with this annex may state on the nameplate the appropriate utilization category according to Table A.1.

A.2 Rated duty

Additional rated duties considered as standard are as follows.

A.2.1 Intermittent periodic duty or intermittent duty

Subclause 4.3.4.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

According to the number of operating cycles which they shall be capable of carrying out per hour, equipment is divided into the following classes:

- class 1: up to 1 operating cycle per hour;
- class 3: up to 3 operating cycles per hour;
- class 12: up to 12 operating cycles per hour;
- class 30: up to 30 operating cycles per hour;
- class 120: up to 120 operating cycles per hour.

A.2.2 Temporary duty

Subclause 4.3.4.4 of IEC 60947-1 applies.

A.3 Making and breaking capacities

An equipment is defined by its making and breaking capacities, in accordance with utilization categories as specified in Table A.2 (see A.4).

A.4 Utilization category

The utilization categories as given in A.2 are considered standard in this annex. Any other type of utilization category shall be based on agreement between manufacturer and user but information given in the manufacturer's catalogue or tender may take the place of such an agreement.

Each utilization category is characterized by the values of the currents and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and of the rated operational voltage, and by the power-factors or time-constants as shown in Table A.2 and other test conditions used in the definitions of the rated making and breaking capacities.

The utilization categories of Table A.2 correspond in principle to the applications listed in Table A.1.

Utilization categories		Typical applications
AC	AC-2	Slip-ring motors: starting, plugging ^a , switching off
	AC-3	Squirrel-cage motors: starting, switching off of motors during running
	AC-4	Squirrel-cage motors: starting, plugging ^a , inching ^b
DC	DC-3	Shunt motors: starting, plugging ^a , inching ^b , dynamic breaking of d.c. motors
	DC-5	Series-motors: starting, plugging ^a , inching ^b , dynamic breaking of d.c. motors
NOTE The switching of rotor circuits, capacitors or tungsten filament lamps shall be subject to special agreement between manufacturer and user.		
^a Plugging is understood to mean stopping or reversing the motor rapidly by reversing motor primary connections while the motor is running. ^b Inching (jogging) is understood to mean energizing a motor once or repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism.		

Utilization categories	Make and break conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	On-time s ^b	Off-time s	Number of operating cycles
AC-2	4,0	1,05	0,65	0,05	c	50
AC-3 ^e	8,0	1,05	a	0,05	c	50
AC-4 ^e	10,0	1,05	a	0,05	c	50
			L/R ms			
DC-3	4,0	1,05	2,5	0,05	c	50 ^f
DC-5	4,0	1,05	15,0	0,05	c	50 ^f
Make conditions						
Utilization category	I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	On-time s ^b	Off-time s	Number of operating cycles
AC-3	10	1,05 ^d	a	0,05	10	50
AC-4	12	1,05 ^d	a	0,05	10	50

^a $\cos \phi = 0,45$ for $I_e \leq 100$ A, $0,35$ for $I_e > 100$ A.
^b Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.
^c See Table A.3.
^d For U/U_e a tolerance of ± 20 % is accepted.
^e The make conditions shall also be verified but may be combined with the make and break test if agreed by the manufacturer. The making current multiples are to be as shown for I/I_e and the breaking current as shown for I_c/I_e . The off-time is to be taken from Table A.3.
^f 25 operating cycles with one polarity and 25 operating cycles with reverse polarity.

Table A.3 – Relationship between current broken I_C and off-time for the verification of the rated making and breaking capacities

Current broken I_c	Off-time
A	s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80
$800 < I_c \leq 1\,000$	100
$1\,000 < I_c \leq 1\,300$	140
$1\,300 < I_c \leq 1\,600$	180
$1\,600 < I_c$	240

The values of off-time may be reduced if agreed by the manufacturer.

A.5 Operational performance

Subclause 7.2.4.2 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

Equipment shall be capable of making and breaking currents without failure under the conventional conditions stated in Table A.4 for the required utilization categories and the number of operations indicated therein.

**Table A.4 – Operational performance –
Conditions for making and breaking corresponding to several utilization categories**

Utilization categories	Make and break conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	On-time s ^b	Off-time s	Number of operating cycles
AC-2	2,0	1,05	0,65	0,05	^c	6 000
AC-3	2,0	1,05	^a	0,05	^c	6 000
AC-4	6,0	1,05	^a	0,05	^c	6 000
			L/R ms			
DC-3	2,5	1,05	2,0	0,05	^c	6 000 ^d
DC-5	2,5	1,05	7,5	0,05	^c	6 000 ^d

I_c = current made or broken. The making current is expressed in d.c. or a.c. r.m.s. symmetrical values but it is understood that the actual value will be the peak value corresponding to the power-factor of the circuit.
 I_e = rated operational current.
 U_r = power frequency or d.c. recovery voltage.
 U_e = rated operational voltage.

^a $\cos \phi = 0,45$ for $I_e \leq 100$ A, $0,35$ for $I_e > 100$ A.
^b Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.
^c These off-times shall be not greater than the values specified in Table A.3.
^d 3 000 operating cycles with one polarity and 3 000 operating cycles with reverse polarity.

A.6 Mechanical durability

Subclause 7.2.4.3.1 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

The preferred numbers of no-load operating cycles expressed in millions are

0,001 – 0,003 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 and 1.

If no mechanical endurance is stated by the manufacturer, a class of intermittent duty implies a minimum mechanical endurance corresponding to 8 000 h of operation at the highest corresponding frequency of operating cycles.

A.7 Electrical durability

Subclause 7.2.4.3.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

The total number of on-load operating cycles shall be as declared by the manufacturer.

A.8 Verification of making and breaking capacities

See 8.3.3.3 except that the test values shall be in accordance with Tables A.2 and A.3.

With the agreement of the manufacturer, the tests of A.8 and A.9 may be conducted on the same sample.

A.9 Operational performance test

See 8.3.4.1 except that the test conditions shall be in accordance with Table A.4.

With the agreement of the manufacturer, the tests of A.8 and A.9 may be conducted on the same sample.

A.10 Special tests

Resistance to mechanical and/or electrical wear is demonstrated by the operational performance test detailed in A.9.

Where abnormal service conditions are expected (see also note to 7.2.4.3 of IEC 60947-1) the following tests may be necessary.

A.10.1 Mechanical durability test

A.10.1.1 Condition of the equipment for tests

The equipment shall be installed as for normal service; in particular, the conductors shall be connected in the same manner as for normal use.

During the test there shall be no voltage or current in the main circuit. The equipment may be lubricated before the test if lubrication is prescribed in normal service.

A.10.1.2 Operating conditions

The equipment shall be operated as in normal service.

A.10.1.3 Test procedure

- a) The tests are carried out at the frequency of operations corresponding to the class of intermittent duty. However, if the manufacturer considers that the equipment can satisfy the required conditions when using a higher frequency of operations, he may do so.
- b) The number of operating cycles to be carried out shall be not less than the number of no-load operating cycles stated by the manufacturer.
- c) After each tenth of the total number of operations has been carried out, it is permissible before carrying on with the test
 - to clean the whole equipment without dismantling;
 - to lubricate parts for which lubrication is prescribed by the manufacturer for normal service;
 - to adjust the travel and the pressure of the contacts if the design of the equipment enables this to be done.
- d) This maintenance work shall not include any replacement of parts.

A.10.1.4 Results to be obtained

Following the tests of mechanical durability, the equipment shall still be capable of complying with the normal operating conditions at room temperature. There shall be no loosening of the parts used for connecting the conductors.

A.10.2 Electrical durability test

With respect to its resistance to electrical wear, an equipment is, by convention, characterized by the number of on-load operating cycles, corresponding to the different utilization categories given in Table A.5 which can be made without repair or replacement.

In all cases, the speed and number of operating cycles shall be chosen by the manufacturer.

The tests shall be taken as valid if the values recorded in the test report differ from the values specified only within the tolerances stated in 8.3.2.2.2 of IEC 60947-1.

Tests shall be carried out with the equipment under the appropriate conditions of A.10.1.1 and A.10.1.2 using the test procedure, where applicable, of A.10.1.3, except that replacement of contacts is not permitted.

After the test, the equipment shall fulfil the normal operating conditions specified in 8.3.3.2 and withstand a dielectric test voltage of twice the rated operational voltage U_e , but not less than 1 000 V, applied only as specified in 8.3.3.4.1, item 4) b), of IEC 60947-1.

**Table A.5 – Verification of the number of on-load operating cycles –
Conditions for making and breaking corresponding to several utilization categories**

Utilization categories	Values of the rated operational current	Make			Break		
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi^a$	I_C/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi^a$
AC-2	All values	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	$I_e \leq 17A$	6	1	0,65	1	0,17	0,65
	$I_e > 17A$	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4	$I_e \leq 17A$	6	1	0,65	6	1	0,65
	$I_e > 17A$	6	1	0,35	6	1	0,35
		I/I_e	U/U_e	L/R^b ms	I_C/I_e	U_r/U_e	L/R^b ms
DC-3	All values	2,5	1	2	2,5	1	2
DC-5	All values	2,5	1	7,5	2,5	1	7,5

I_e = rated operational current.
 U_e = rated operational voltage.
 I = current made. In a.c. the conditions for making are expressed in r.m.s. symmetrical values but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding the power-factor of the circuit, may assume a higher value.
 U = applied voltage.
 U_r = power frequency and d.c. recovery voltage.
 I_C = current broken.

^a Tolerance for $\cos \phi$: $\pm 0,05$.
^b Tolerance for L/R : ± 15 %.

Annex B (informative)

Items subject to agreement between manufacturer and user

NOTE For the purpose of this annex

- "agreement" is used in a very wide sense;
- "user" includes testing stations.

Annex J of IEC 60947-1 applies with regard to clauses and subclauses of this part, with the following additions.

Clause or subclause numbers of this part	Items
4.4	Switching of capacitors or of tungsten filament lamps
7.1.7.1 note	Locking in the closed position for particular applications
~~7.1.7.2~~	~~Operating time of auxiliary contacts provided for interlocking~~
7.2.4.2 and Table 4	Increase of the operating rate for the verification of the operational performance
8.3.3.3.1	Time interval greater than 30 s ± 10 s between close-open cycles for making and breaking capacity test of equipment of $I_{th} > 400$ A For categories AC-23A and AC-23B testing of making and breaking capacities by make cycles at 10 I_e followed by the same number of make-break cycles at 8 I_e
8.3.3.3.3	Verification of making and breaking capacities for utilization categories DC-22 and DC-23: replacement of the load of the test circuit by a motor
8.3.5.2.3	AC test circuit calibration for the short-circuit making capacity test in the case of d.c. equipment
Annex A A.4	Utilization categories other than those listed in Table A.2
Table A.1	Switching of rotor circuits, capacitors or tungsten filament lamps
A.8	Verification of making and breaking capacities
A.9	Operational performance test

Annex C (normative)

Single pole operated three pole switches

C.1 General

All requirements of this part apply except where modified by the following.

The test requirements according to this part for verification of making and breaking capacities, operational performance and conditional short-circuit withstand, apply to devices with poles operated simultaneously. They are therefore not suitable for three-phase switches operated pole by pole.

~~If a three pole operated switch of fundamentally the same design has been successfully tested, it is deemed to satisfy the requirements of this annex for an individually operated three pole device.~~

Important characteristics of three-phase switches operated pole by pole and relevant for the above mentioned tests are as follows.

- The three poles are operated individually and are positioned adjacent to each other.
The three phases can typically be situated beside each other (horizontal version, see Figure C.1 b)) or below each other (vertical version, see Figure C.1 a)).
- The sequence of operation of the poles is at the discretion of a skilled operator.
- The design of the individual poles shall be fundamentally the same.

The position of the device under test shall be defined by the manufacturer and stated in the test report.

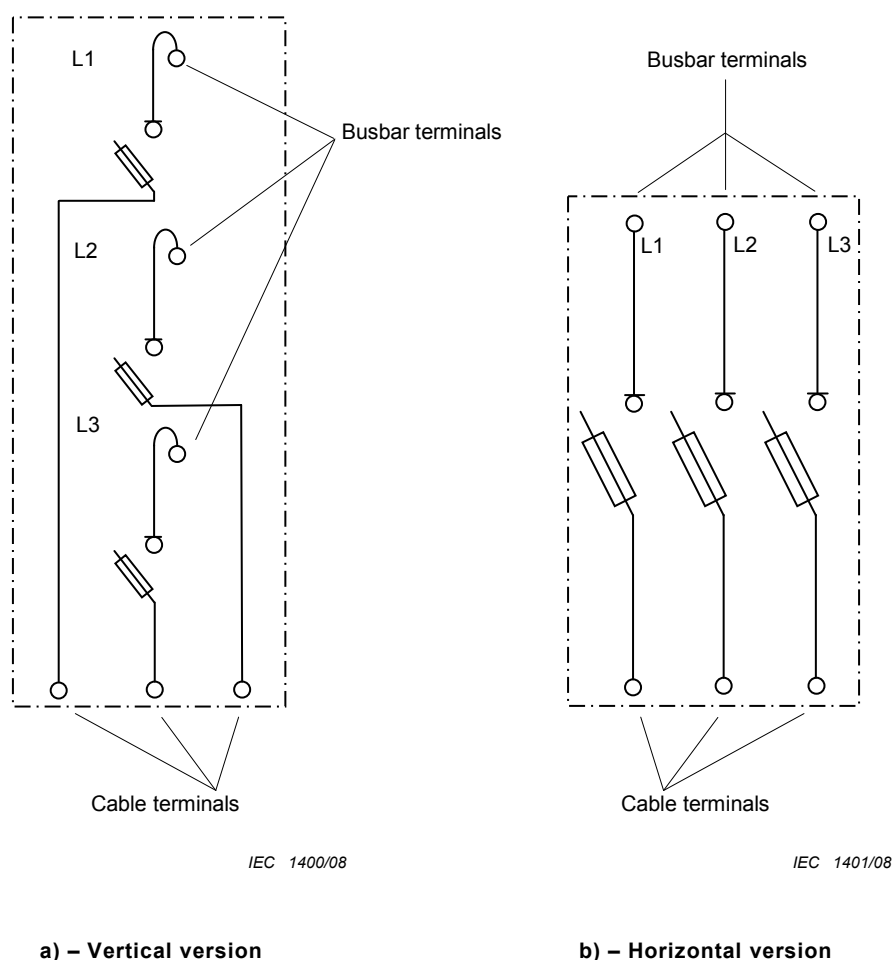


Figure C.1 – Typical arrangements

C.2 Tests

When testing single pole operated three pole switches, the relevant test sequences of Table 10 shall be applied with the following identified tests, modified in accordance with Clause C.3:

- 8.3.3.3 Making and breaking capacities of test sequence I;
- 8.3.4.1 Operational performance of test sequence II;
- 8.3.6.2 Fuse protected short-circuit withstand. b) Making of test sequence IV.

C.3 Test set-up and sequence

C.3.1 Making and breaking capacities (8.3.3.3) and operational performance (8.3.4.1)

Test 1: With L1 and L2 closed, L3 is subjected to the required make-break operation cycle.

Test 2: With L2 closed and L3 open, L1 is subjected to the required make-break operation cycle.

All tests shall be performed in a three-phase test circuit according to Figure 5 of IEC 60947-1.

C.3.2 Fuse protected short-circuit test (8.3.6.2)

For the making test of the fuse-switch, the following test shall be applied.

With L1 open and L2 closed, L3 is subjected to the required make operation cycle. The test shall be performed in a three-phase test circuit according to Figure 11 of IEC 60947-1.

C.4 Condition of equipment after tests

The equipment shall comply with the relevant clauses of 8.3.3.3.6, 8.3.4.1.6 and 8.3.5.2.6.

C.5 Instructions for use

The manufacturer shall include within the product literature the following statement.

These devices are intended for power distribution systems where switching and/or isolation of an individual phase may be necessary and shall not be used for the switching of the primary circuit of three-phase equipment.

Annex D **(normative)**

Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units for use in photovoltaic (PV) d.c. applications

D.1 General

As part of the answer to the challenge of sustainable development, the number of photovoltaic (PV) installations is increasing. This latest development in photovoltaic (PV) technology is challenging the conventional approach to energy sources and power distribution systems, including their operating conditions and environment.

PV applications have particular characteristics and require equipment with specific performance. These performance requirements are identified for IEC 60947-3 products in this annex.

NOTE The abbreviation "PV" (photovoltaic) is used in this annex.

The provisions of IEC 60947-3 are applicable to equipment specified in this annex, where specifically identified. Clauses, subclauses, tables, figures and annexes of IEC 60947-3 thus applicable are identified by their particular reference, for example as "4.3.4.1", "Table 2" or "Annex A".

D.1.1 Scope and object

This annex apply to d.c. switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units, rated up to 1 500 V d.c., intended for use in photovoltaic (PV) systems, and hereafter referred to as "PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units".

Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units used in PV systems are subject to electrical, environmental and operational conditions that differ from the general conditions taken into account in the body of this standard. The requirements have thus been adapted to reflect these conditions of use.

The object of this annex is to state:

- the requirements for PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units to be used on the d.c. side of PV applications;
- the tests to verify that the product performance is consistent with the PV applications and the expected life in PV environmental conditions.

D.1.2 Normative references

Subclause 1.2 applies with the following additions:

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 62208:2011, *Empty enclosures for low-voltage switchgear and controlgear assemblies – General requirements*

D.2 Terms and definitions

Clause 2 applies with the following additions:

D.2.3 critical load current

I_{crit}
value of breaking current, within the range of service conditions, at which the arcing time is significantly extended

Note 1 to entry: This phenomenon, crucial for PV applications, is due to the low magnetic field coming from the arc current, creating a slow moving arc.

[SOURCE: IEC 60947-1:2007, 2.5.16, modified – addition of the Note 1 to entry.]

D.3 Classification

Clause 3 applies with the following changes:

D.3.1 According to the utilization category

For PV applications the utilization categories given in existing Table 2 are replaced by DC-PV0, DC-PV1 or DC-PV2 (see Table D.1).

D.4 Characteristics

Clause 4 applies with the following changes:

D.4.3.5.1 Ability to withstand motor switching overload currents

Subclause 4.3.5.1 is not applicable.

D.4.3.5.2 Rated making capacity

Replace, in the second paragraph of 4.3.5.2, "Table 3" by "Table D.5".

D.4.3.5.3 Rated breaking capacity

Replace, in the second paragraph of 4.3.5.3, "Table 3" by "Table D.5".

D.4.3.6.1 Rated short-time withstand current (I_{cw})

Subclause 4.3.6.1 applies as follows:

Equipment with utilization category:

- a) DC-PV1: rated short-time withstand current is not applicable;
- a) DC-PV0 and DC-PV2: in accordance with 4.3.6.1.

D.4.4 Utilization category

Replace the existing text of 4.4 by the following:

The utilization categories define the intended application and are given in Table D.1.

Each utilization category is characterized by the values of the currents and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and rated operational voltage, as well as the time constant of the circuit. The conditions for making and breaking given in Table D.5 correspond to the application listed in Table D.1.

Table D.1 – Utilization categories

Utilization category	Typical applications
DC-PV0	Opening and closing a PV circuit to provide disconnection when no current is flowing.
DC-PV1	Connecting and disconnecting single PV string(s) where reverse currents and significant overcurrent cannot occur.
DC-PV2	Connecting and disconnecting PV circuits where significant overcurrents may prevail and where current flow can be in both directions; for example, where several strings are connected in parallel and to the same inverter, or, one or more strings with a battery.

D.5 Product information

Clause 5 applies with the following modifications:

D.5.2 Marking

Replace the last paragraph of 5.2.1 by the following new paragraph:

Devices of utilization category AC-20A, AC-20B, DC-20A, DC-20B and DC-PV0 shall be marked "Do not operate under load", unless the device is interlocked to prevent such operation.

Replace the existing item 5.2.2.c) by the following:

- c) rated operational currents (or rated powers) with the corresponding rated operational voltage and utilization category (see 4.3.1, 4.3.2 and D.4.4);

Add to the existing list in 5.2.2 the following new item h):

- h) PV category: "DC-PV0", "DC-PV1" or "DC-PV2".

Add to the existing list in 5.2.4 the following new items h), i), j) and k):

- h) diagram and method of series connecting poles of mechanical switching devices for each operational rating;
- i) appropriate connection to the PV generator and load, if applicable;
- j) "+" and "-" polarities, if applicable;
- k) suitable for indoor or outdoor use.

D.6 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 applies, with the following changes:

This annex covers the use of PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units for use in the alternative service arrangements detailed in Table D.2.

Table D.2 – Service arrangements

Unenclosed	Unenclosed PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors or PV fuse-combination units that have a conventional free air thermal current rating and which are suitable for installation within a cabinet or enclosure.
Enclosed	Enclosed PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors or PV fuse-combination units that have a conventional enclosed thermal current rating and which are suitable for installation in indoor or outdoor locations.

D.6.1.1 Ambient air temperature

Replace 6.1.1 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 by the following:

The ambient air temperature does not exceed the maximum and minimum values given in Table D.3. Daily average ambient temperature over a period of 24 h does not exceed 35 °C.

Table D.3 – Environmental conditions

Environmental class	Maximum ambient temperature without de-rating	Minimum ambient temperature	Comment
Unenclosed	+40 °C	–5 °C	Guidance on de-rating for higher ambient air temperature up to 70 °C may be provided. In addition guidance on operation at temperature lower than –5 °C may also be given.
Enclosed – Indoor	+40 °C	–5 °C	Normal indoor service conditions in accordance with Clause 6.
Enclosed – Outdoor	+40 °C (without solar effects)	–25 °C	Rating apply when the enclosed equipment is subject to solar radiation of 1,2 kW/m ² and the maximum ambient temperature. Guidance may be provided on de-rating of enclosed equipments to be installed in locations with a higher maximum ambient temperature and/or lower minimum ambient temperature

Ambient air temperature is that existing in the vicinity of the equipment if supplied without an enclosure, or in the vicinity of the enclosure if supplied with an enclosure.

D.7 Constructional and performance requirements

Clause 7 applies with the following addition:

Enclosures shall comply with IEC 62208.

D.7.1.4 Clearances and creepage distances

Subclause 7.1.4 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies with the following modification:

The minimum rated impulse voltage shall be in accordance with Table D.4.

D.7.1.12 Degrees of protection of enclosed equipment

Subclause 7.1.12 of IEC 60947-1:2007 applies with the following addition:

The degree of protection provided by the enclosure against contact with live parts, ingress of solid foreign bodies and water as indicated by the IP code according to Annex C of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, shall be declared by the manufacturer. For indoor enclosed and outdoor enclosed equipment this shall not be less than IP2X and IP33, respectively.

D.7.2.3 Dielectric properties

Subclause 7.2.3 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies with the following changes:

PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall have a rated impulse withstand voltage as given in Table D.4.

NOTE In general, for PV circuits, overvoltage category II is assumed, and the impulse withstand voltage ratings for the PV circuit are assigned based on the PV system voltage, with a minimum impulse voltage of 2,5 kV.

Table D.4 – Rated impulse withstand levels for PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors or PV fuse-combination units

Maximum value of rated operational voltage d.c. V	Impulse withstand voltage used in d.c. PV equipment kV
300	2,5
600	4,0
1 000	6,0
1 500	8,0
NOTE 1 Interpolation is not permitted in main circuits.	
NOTE 2 These values are based on requirements in IEC 60364-7-712 for overvoltage category II as defined in IEC 60664-1 and IEC TR 60664-2-1:2011, Annex D.	
NOTE 3 The application of surge arrestors is the responsibility of the assembly/installation designer.	

D.7.2.4.1 Making and breaking capacities

Replace 7.2.4.1 by the following:

PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall be capable of interrupting any current up to their rated making and breaking capacities. Compliance with these requirements is checked by the tests of 8.3.3 as modified by D.8.3.3.3.1.

The rated making and breaking capacities are stated by reference to the rated operational voltage, rated operational current and to the PV utilization category according to Table D.5.

Test conditions are as specified in D.8.3.3.3.1.

For PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units with a utilization category DC-PV1 the test supply shall be connected in accordance with the terminal markings (generator, load, “+” and “-”). Equipment with a utilization category DC-PV2 shall have one sequence of tests carried out on a sample with the test supply and load connected to the main poles as convenient. Unless the manufacturer can demonstrate the contact system and arc control arrangement is symmetrical in respect of current flow in each pole, the sequence shall then be repeated on a new sample with the supply and load terminals interchanged.

Table D.5 – Verification of rated making and breaking capacities (see 8.3.3.3) – Conditions for making and breaking corresponding to the DC-PV category

Utilization categories	Making and breaking			Number of operating cycles ^a
	I/I_e and I_c/I_e	U/U_e	L/R ms	
DC-PV0	–	–	–	
DC-PV1	1,5	1,05	1	5
DC-PV2	4	1,05	1	5
^a One switching operation without current between each making and breaking operation is allowed, providing it does not alter the time interval between the prescribed operations as defined in D.8.3.3.3.1.				

D.7.2.4.2 Operational performance

Replace 7.2.4.2 by the following:

Tests concerning the verification of the operational performance of equipment are intended to verify that the equipment is capable of making and breaking without failure any current up to the rated current, including the critical load current. Compliance with the operational performance requirements is checked by the tests of 8.3.4 as modified by D.8.3.4.1.1.

NOTE Requirements for operation at the critical load current is dealt with separately in D.7.2.8.

The number of operating cycles and the test circuit parameters for the operational performance tests for the various utilization categories are given in Table D.6 and Table D.7.

Test conditions are as specified in D.8.3.4.1.1.

For PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units with a utilization category DC-PV1, the test supply shall be connected in accordance with the terminal markings (generator, load, “+” and “-”). Equipment with a utilization category DC-PV2 shall have one sequence of tests carried out on a sample with the test supply and load connected to the main poles as convenient. Unless the manufacturer can demonstrate the contact system and arc control arrangement is symmetrical in respect of current flow in each pole, the sequence shall then be repeated on a new sample with the supply and load terminals interchanged.

Table D.6 – Number of operating cycles

Rated operational current I_e A	Number of operating cycles per hour	Number of operating cycles ^a		
		Without current	With current ^c	Total ^d
$I_n \leq 100$	120	9 700	300	10 000
$100 < I_n \leq 315$	120	7 800	200	8 000
$315 < I_n \leq 630$	60	4 800	200	5 000
$630 < I_n \leq 2 500$	20	2 900	100	3 000
$2 500 < I_n$	10	1 900	100	2 000

^a At the discretion of the manufacturer, the number of operating cycles with current may be increased whilst the total number of operating cycles remains unchanged.

^b Column 2 gives the minimum operating rate. This operating rate may be increased with the consent of the manufacturer, in which case the rate used shall be stated in the test report.

^c During each operating cycle, the PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall remain closed for a sufficient time to ensure that the full current is established, but not exceeding 2 s.

^d PV disconnectors shall comply with the number of operating cycles in the “Total” column without current.

Table D.7 – Test circuit parameters for Table D.6

Utilization categories	Making and breaking		
	I/I_e and I_c/I_e	U/U_e	L/R ms
DC-PV1	1	1	1
DC-PV2	1	1	1

Key

I making current

I_c breaking current

I_e rated operational current

U applied voltage

U_e rated operational voltage

D.7.2.4.4 Electrical durability

Subclause 7.2.4.3.2 of IEC 60947-1:2007 applies. Test conditions are specified in D.8.5.2.

D.7.2.8 Critical load current performance

The main circuits of an equipment shall be capable of making and breaking its critical load current according to D.8.3.8 and as verified by test sequence VI.

D.8 Tests

Clause 8 applies with the following modifications:

D.8.3.1 Test sequences

Subclause 8.3.1 applies with the following addition:

Add to existing Table 10 the following new sequences listed in new Table D.8:

Table D.8 – Overall scheme of test sequences (addition)

Sequences	Test
Critical load current performance (see D.8.3.8)	Critical load current test Dielectric verification Leakage current ^a Temperature rise verification
Thermal cycling (see D.8.3.9)	Thermal cycling test Temperature rise verification Mechanical operation Dielectric verification
Climatic (see D.8.3.10)	Climatic test Temperature rise verification
Temperature rise verification with solar effects – Enclosed outdoor units only (see D.8.3.11)	Temperature rise verification with simulated solar effects
Verification of resistance of insulating materials to abnormal heat and fire (see D.8.3.12)	Glow wire test
Degree of protection – enclosed units only (see D.8.3.13)	IP test
Clearance and creepage distances (see D.8.3.14)	Measurement of creepage and clearance distances
EMC (see D.8.4)	EMC test
^a Only required for equipment suitable for isolation of rated voltage greater than 50 V.	

D.8.3.2 General test conditions

D.8.3.2.1 General requirements

Subclause 8.3.2.1 applies with the following addition:

For all tests, the connection of poles of the PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall be as in accordance with the manufacturer installation instructions.

D.8.3.3.3.1 Test values and conditions

Subclause 8.3.3.3.1 applies with the following modifications:

Replace all references to "Table 3" by "Table D.5".

Subclause 8.3.3.3.1, seventh paragraph is not applicable.

D.8.3.4.1.1 Test values and conditions

Subclause 8.3.4.1.1 applies with the following modifications:

Replace all references to existing "Table 4" and "Table 5" by "Table D.6" and "Table D.7", respectively.

D.8.3.5.1.2 Test circuit

Replace 8.3.5.1.2 by the following:

Subclause 8.3.4.1.2 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies.

The time constant of the test circuit shall be 1 ms.

At the discretion of the manufacturer, a higher value of time constant may be used. In this case, it should be stated in the test report.

D.8.3.6.2.2 Test circuit

Replace 8.3.6.2.2 by the following:

Subclause D.8.3.5.1.2 applies.

D.8.3.7.1 Overload test

Subclause 8.3.7.1 applies with the following changes:

Replace the existing first paragraph with the following:

The equipment shall first be temperature-conditioned at room temperature. The test current is $1,45 \times I_{the}$ or $1,45 \times I_{th}$ for a period of 1 h, or until one or more of the gPV fuse-links operate.

If the time is less than the specified period, the time shall be recorded in the test report.

D.8.3.8 Test sequence VI: critical load current performance

D.8.3.8.1 Determination of critical load current

D.8.3.8.1.1 Test values and conditions

This test does not apply to PV disconnectors, PV fuse-disconnectors and PV disconnector-fuses.

The test shall be made at the rated operational voltage U_e assigned by the manufacturer to the PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units.

The time constant of the test circuit shall be 1 ms.

At the discretion of the manufacturer, a higher value of time constant may be used. The same value of time constant should be used for all tests carried out to determine the critical load current. In this case, it should be stated in the test report.

The PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall be opened seven times, manually or mechanically at the manufacturer's discretion, on to each of the test currents: 4 A, 8 A, 16 A, 32 A and 63 A, and steps of two times the previous current thereafter until a maximum arcing time is determined, without exceeding rated operational current. If the extinction time does not show a peak with shorter times each side, within the range of test currents, there is no critical load current. If a maximum in arcing time is shown, this is at the critical load current. Test currents shall be within the nominated value $\pm 10\%$. At the manufacturer's discretion, the test at each value of current may be carried out on a new sample.

During each cycle, the PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall remain closed for a time sufficient to ensure that the full current is established, but not exceeding 2 s.

The number of operating cycles per hour shall be in accordance with Table D.6.

In the case of equipment of Category DC-PV1, all the operations shall be with the supply connected in accordance with the generator and load markings. Tests on equipments in accordance with DC-PV2 shall be carried out:

- a) with the supply connected to the terminals as determined by the manufacturer, when the manufacturer demonstrates the equipment has a symmetrical contact system and arc control arrangement in respect of the current flow in each pole; or
- b) with the first four operations with the supply connected in one direction followed by three operations in the opposite direction on the same sample, when the equipment does not have symmetrical contacts system and arc control arrangement in respect of current flow in each pole.

D.8.3.8.1.2 Test circuit

Subclause 8.3.4.1.2 applies.

D.8.3.8.1.3 Critical load current

The time of the arc extinction during the test shall be recorded and shall not exceed 1 s.

When all operations are carried out with the current flow in the same direction, for each value of test current the average extinction time for the last six operations is calculated. When the operations are carried out with current flow in both directions, the average of the last three operations in each direction shall be calculated. I_{crit} is the current corresponding to the maximum average extinction time. If no critical load current is identified below the rated operational current, the critical load current performance test need not be carried out.

D.8.3.8.2 Critical load current performance

The test may be carried out on a new sample. This test sequence is identical as test sequence II, except existing Table 4 and Table 5 are replaced by new Table D.9 and Table D.10, respectively. The test supply shall be connected in accordance with the generator – load and polarity markings where applicable. For switches capable of current flow in both directions, the

supply shall be connected so as to provide the longest arc duration at the critical load current, as determined in D.8.3.8.1.3.

Table D.9 – Number of operating cycles corresponding to the critical load current

Category	Rating of the product A	Number of operating cycles per hours	Number of operating cycles at I_{crit}
DC-PV1 and DC-PV2	$I_e \leq 315$	120	100
	$315 < I_e \leq 630$	60	100
	$630 < I_e \leq 2\,500$	20	100
	$I_e < 2\,500$	10	100

Table D.10 – Test circuit parameters for Table D.9

Utilization category	Rated operational current	Making and Breaking		
		I	UIU_e	L/R ms
DC-PV1 and DC-PV2	All values	I_{crit}	1,05	1

D.8.3.9 Thermal cycling test

PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units, including the enclosure where applicable, shall be subjected to temperature cycling test according to IEC 60068-2-14, test Nb, comprising 50 cycles, each cycle consisting of 1 h at -40°C followed by 1 h at $+85^\circ\text{C}$. The test should be performed when the product is in closed position. The temperature change rate shall be 1 K/min. At the conclusion of the 50 cycles, the equipment shall be returned to room temperature of $25 \pm 5^\circ\text{C}$ for a minimum of 3 h.

The equipment shall then be subjected to

- visual inspection to confirm that there is no distortion or damage to parts that will affect normal operation and protection;
- one open and close operation to confirm normal mechanical operation;
- temperature rise test of 8.3.3.6;
- dielectric test in accordance with 8.3.3.4.

The number of samples shall be in accordance with the requirements of Table 11 of the present standard for test sequence I.

D.8.3.10 Climatic test

PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall be subjected to the climatic tests of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014, Annex Q, category B: environment subject to temperature and humidity, except that the dry heat test and the low temperature test are not required, as they are deemed to be covered by the thermal cycling test above.

Product verification during and after the test shall comply with the relevant requirements of 8.3.3.6.

The number of samples shall be in accordance with the requirements of Table 11 of the present standard for test sequence I. At the discretion of the manufacturer, this test may be combined with the thermal cycling test and made on the same samples.

D.8.3.11 Temperature rise verification with solar effects – Outdoor units only

These tests only apply to enclosed units. The test shall be carried out in accordance with 8.3.3.1 plus the following additional solar effects.

The most onerous solar effects on the assembly are assumed to be mid morning or mid afternoon when the top, back or front and one adjacent side of the unit is subject to solar radiation. At this time the maximum solar radiation is reduced by approximately 10 %.

For the duration of the temperature rise test, radiant heat lamps shall be used to simulate the effects of solar radiation on the top, front or back and one adjacent side of the test sample. These shall be arranged such that the average solar radiation received by the sample under test, perpendicular to the surface being considered is

Top	$[0,9 \times 1,2/\sqrt{2}] = 0,76 \text{ kW/m}^2$
Front or back	$[0,9 \times 1,2/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0,54 \text{ kW/m}^2$
Side	$[0,9 \times 1,2/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0,54 \text{ kW/m}^2$

A pyranometer shall be used to measure the simulated level of solar radiation.

The ambient air temperature sensing means shall be so positioned and/or sufficiently distant from the radiant heat lamps that they are not affected by the radiation.

The average level of radiation on each of the exposed surface shall be recorded in the test report.

At the conclusion of the test, the temperature rise shall not exceed 80 K on the terminals for external connections, assuming a maximum shade ambient temperature of 40 °C. No other value is specified but no damage shall be caused to adjacent parts of insulating materials.

Operators should note that the temperatures of external parts that are exposed to solar radiation may be high and precautions should be taken if they need to be touched.

D.8.3.12 Verification of resistance of insulating materials to abnormal heat and fire

Insulating materials shall meet glow wire test requirements in accordance with 8.2.1.1.1 of IEC 60947-1:2007.

D.8.3.13 Degree of protection – Enclosed equipment

Ingress protection (IP) tests shall be carried out on enclosed equipment in accordance with Annex C of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 to confirm the degree of protection declared by the manufacturer has been attained.

D.8.3.14 Clearance and creepage distances

Clearance and creepage distances shall be measured to confirm compliance with D.7.1.4 (see Annex G of IEC 60947-1:2007 for guidance on measurement of clearance and creepage distances).

D.8.4 Electromagnetic compatibility tests

Electromagnetic compatibility shall be verified in accordance with 8.4.

D.8.5.2 Electrical durability

Replace 8.5.2 by the following:

The electrical durability test (see D.7.2.4.4 and 8.1.5), where required, is made in accordance with the appropriate requirements of 8.3.4.1 as modified by D.8.3.4.1.1, except that for equipment suitable for isolation, the maximum value of leakage current shall not exceed 2 mA per pole for utilization categories DC-PV1 and DC-PV2.

The total number of operating cycles shall be declared by the manufacturer.

Bibliography

IEC 60364-7-712:2002, *Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*

IEC 60617-DB², *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC TR 60664-2-1:2011, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 2-1: Application guide – Explanation of the application of the IEC 60664 series, dimensioning examples and dielectric testing*

² “DB” refers to the IEC on-line database.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	76
1 Généralités	78
1.1 Domaine d'application et objet	78
1.2 Références normatives	79
2 Termes, définitions et index des termes	80
2.1 Généralités	80
2.2 Index alphabétique des termes	80
2.3 Termes et définitions	81
2.4 Résumé des types d'équipements	85
3 Classification	86
3.1 Suivant la catégorie d'emploi	86
3.2 Suivant le mode de manœuvre du matériel manœuvré manuellement	86
3.3 Suivant l'aptitude au sectionnement	86
3.4 Suivant le degré de protection assuré	86
4 Caractéristiques	86
4.1 Énumération des caractéristiques	86
4.2 Type du matériel	86
4.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal	86
4.4 Catégorie d'emploi	88
4.5 Circuits de commande	89
4.6 Circuits auxiliaires	89
4.7 Relais et déclencheurs	90
4.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)	90
5 Informations sur le matériel	90
5.1 Nature des informations	90
5.2 Marquage	90
5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	91
6 Conditions normales de service, de montage et de transport	91
7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	91
7.1 Dispositions constructives	91
7.2 Dispositions relatives au fonctionnement	93
7.3 Compatibilité électromagnétique	97
8 Essais	100
8.1 Nature des essais	100
8.2 Essais de type pour les dispositions constructives	101
8.3 Fonctionnement	105
8.4 Essais de compatibilité électromagnétique	123
8.5 Essais spéciaux	124
Annexe A (normative) Matériel pour la commande directe d'un seul moteur	125
Annexe B (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur	131
Annexe C (normative) Interrupteurs tripolaires à commande unipolaire	132
Annexe D (normative) Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles destinés à une utilisation dans les applications c.c. photovoltaïques (PV)	135

Bibliographie	148
~~Figure 1 – Force F appliquée à l'organe de commande~~	~~148~~
Figure C.1 – Dispositions typiques	133
Tableau 1 – Résumé des définitions des matériels	85
Tableau 2 – Catégories d'emploi	89
Tableau 3 – Vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure (voir 8.3.3.3) – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi	95
Tableau 4 – Vérification du fonctionnement en service – Nombre de cycles de manœuvres suivant le courant assigné d'emploi	96
Tableau 5 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau 4	96
Tableau 6 – Essais d'immunité	98
Tableau 7 – Limites d'émission	99
~~Tableau 8 – Force d'essai sur l'organe de commande~~	~~100~~
Tableau 9 – Liste des essais de type applicables à un matériel donné	105
Tableau 10 – Schéma d'ensemble des séquences d'essais	106
Tableau 11 – Séquence d'essais I: caractéristiques générales de fonctionnement	110
Tableau 12 – Limites d'échauffement des bornes et des parties accessibles	113
Tableau 13 – Séquence d'essais II: aptitude au fonctionnement en service	114
Tableau 14 – Séquence d'essais III: aptitude au fonctionnement en court-circuit	116
Tableau 15 – Séquence d'essais IV: courant de court-circuit conditionnel	121
Tableau 16 – Séquence d'essais V: aptitude au fonctionnement en surcharge	123
Tableau A.1 – Catégories d'emploi	126
Tableau A.2 – Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi	126
Tableau A.3 – Relation entre le courant coupé I_C et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure	127
Tableau A.4 – Fonctionnement en service – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi	127
Tableau A.5 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi	130
Tableau D.1 – Catégories d'emploi	137
Tableau D.2 – Agencements de service	138
Tableau D.3 – Conditions environnementales	138
Tableau D.4 – Niveaux de tenue aux chocs assignés pour les interrupteurs PV, les sectionneurs PV, les interrupteurs sectionneurs PV ou les combinés fusibles PV	139
Tableau D.5 – Vérification des pouvoirs d'établissement et de coupure assignés (voir 8.3.3.3) – Conditions d'établissement et de coupure correspondant à la catégorie c.c.- PV	140
Tableau D.6 – Nombre de cycles de manœuvres	141
Tableau D.7 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau D.6	141
Tableau D.8 – Schéma d'ensemble des séquences d'essais (complément)	142
Tableau D.9 – Nombre de cycles de manœuvres correspondant au courant critique de charge	145
Tableau D.10 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau D.9	145

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

**Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs
et combinés-fusibles**

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. A 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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60947-3 porte le numéro d'édition 3.2. Elle comprend la troisième édition (2008-08) [documents 17B/1601/FDIS et 17B/1608/RVD], son amendement 1 (2012-02) [documents 17B/1758/FDIS et 17B/1763/RVD] et son amendement 2 (2015-07) [documents 121A/42/FDIS et 121A/46/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à ses amendements.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par les amendements 1 et 2. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60947-3 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de l'IEC: Appareillage.

Le document 17B/1601/FDIS, circulé comme amendement 3 auprès des Comités nationaux, a conduit à la publication de cette nouvelle édition.

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

- alignement avec la cinquième édition de l'IEC 60947-1;
- une manœuvre de commutation sans courant est admise entre une manœuvre d'établissement et de coupure (Tableau 3);
- un nombre accru de manœuvres pour AC-23 est admis avec l'accord du fabricant (Tableau 3);
- la procédure d'essai simplifiée est corrigée, le point f) a été ajouté en 8.3.2.1.3;
- l'essai d'échauffement doit être réalisé au courant assigné d'emploi I_e au lieu du courant thermique conventionnel sous enveloppe I_{the} (8.3.3.1).

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60947, présentées sous le titre général *Appareillage à basse tension*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

La présente partie doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60947-1. La numérotation des paragraphes est parfois discontinue car elle se base sur l'IEC 60947-1.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

Le contenu des corrigenda 1 (septembre 2012) et 2 (novembre 2013) a été pris en considération dans cet exemplaire.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles

1 Généralités

Les dispositions des règles générales qui font l'objet de l'IEC 60947-1 s'appliquent à la présente partie de l'IEC 60647 lorsque celle-ci le précise. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes des règles générales qui sont ainsi applicables sont identifiés par référence à l'IEC 60947-1, par exemple: 4.3.4.1 de l'IEC 60947-1, Tableau 4 de IEC 60947-1, ou Annexe A de l'IEC 60947-1.

1.1 Domaine d'application et objet

La présente partie de l'IEC 60947 s'applique à l'appareillage suivant: interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles, destinés à être insérés dans des circuits de distribution et des circuits de moteurs dont la tension assignée est inférieure ou égale à 1 000 V en courant alternatif ou à 1 500 V en courant continu.

Le constructeur doit spécifier le type, les grandeurs assignées et les caractéristiques de tous les fusibles incorporés, en conformité avec la norme correspondante.

La présente partie n'est pas applicable au matériel faisant partie du domaine d'application de l'IEC 60947-2, de l'IEC 60947-4-1 et de l'IEC 60947-5-1; cependant, quand les interrupteurs et les combinés-fusibles faisant partie du domaine d'application de la présente partie sont normalement utilisés pour assurer le démarrage, l'accélération et/ou l'arrêt d'un moteur, ils doivent aussi répondre aux exigences supplémentaires figurant à l'Annexe A.

Les exigences pour les interrupteurs tripolaires à commande unipolaire se trouvent à l'Annexe C.

Les interrupteurs auxiliaires montés sur du matériel faisant partie du domaine d'application de la présente partie doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60947-5-1.

La présente partie ne contient pas les exigences supplémentaires nécessaires au matériel électrique pour atmosphères explosives.

NOTE 1 Selon sa conception, un interrupteur (ou sectionneur) peut être appelé «interrupteur (sectionneur) rotatif», «interrupteur (sectionneur) à came», «interrupteur (sectionneur) à couteaux», etc.

NOTE 2 Dans la présente partie, la dénomination «interrupteur» s'applique aussi aux appareils appelés en français «commutateurs», destinés à modifier les connexions de plusieurs circuits et, notamment, à substituer une portion de circuit à une autre.

NOTE 3 De façon générale, dans le texte de la présente partie, les interrupteurs, les sectionneurs, les interrupteurs-sectionneurs et les combinés-fusibles seront appelés «matériel».

La présente partie a pour objet de fixer

- a) les caractéristiques du matériel;
- b) les conditions auxquelles doit répondre le matériel relativement
 - 1) au fonctionnement et au comportement en service normal;
 - 2) au fonctionnement et au comportement en cas de conditions anormales spécifiées, par exemple en cas de court-circuit;
 - 3) aux qualités diélectriques;

- c) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont remplies et les méthodes à adopter pour ces essais;
- d) les indications à porter sur le matériel, ou celles fournies par le constructeur, par exemple dans le catalogue.

1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*
IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

IEC 60269 (toutes les parties), *Fusibles basse tension*

IEC 60410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

IEC 60417-DB:~~2000~~ 2002¹, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

IEC 60947-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*
~~IEC 60947-1:2007/AMD1:2010~~
~~IEC 60947-1:2007/AMD2:2014~~

IEC 60947-2:2006, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*
~~IEC 60947-2:2006/AMD1:2009~~
~~IEC 60947-2:2006/AMD2:2013~~

IEC 60947-4-1:~~2000~~ 2009, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*
~~Amendement 1 (2002)~~
~~Amendement 2 (2005)~~
IEC 60947-4-1:2009/AMD1:2012

IEC 60947-5-1:2003, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*
IEC 60947-5-1:2003/AMD1:2009

IEC 61000-4-2:~~1995~~ 2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux décharges électrostatiques*
~~Amendement 1 (1998)~~
~~Amendement 2 (2000)~~

IEC 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:~~2004~~ 2012, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

¹ «DB» réfère à la base de données en ligne de l'IEC.

IEC 61000-4-5:~~2005~~ 2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-6:~~2003~~ 2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

~~Amendement 1 (2004)~~
~~Amendement 2 (2006)~~

CISPR 11:~~2003~~ 2009, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – (ISM) – à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

~~Amendement 1 (2004)~~
~~Amendement 2 (2006)~~

CISPR 11:2009/AMD1:2010

CISPR 22:~~2005~~ 2008, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

~~Amendement 1 (2005)~~
~~Amendement 2 (2006)~~

2 Termes, définitions et index des termes

2.1 Généralités

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-441 et l'IEC 60947-1 ainsi que les suivants, s'appliquent.

2.2 Index alphabétique des termes

	Référence
C	
Combiné-fusibles	~~2-4~~ 2.3.2
F	
Fusible-sectionneur	~~2-8~~ 2.3.6
Fusible-sectionneur à coupure unique	2.3.6.1
Fusible-sectionneur à coupure double	2.3.6.2
Fusible-interrupteur	~~2-6~~ 2.3.4
Fusible-interrupteur à coupure unique	2.3.4.1
Fusible-interrupteur à coupure double	2.3.4.2
Fusible-interrupteur-sectionneur	~~2-10~~ 2.3.8
Fusible-interrupteur-sectionneur à coupure unique	2.3.8.1
Fusible-interrupteur-sectionneur à coupure double	2.3.8.2
I	
~~Interrupteur (mécanique)~~	~~2-1~~
Interrupteur à fusibles	~~2-5~~ 2.3.3
Interrupteur à fusibles à coupure unique	2.3.3.1
Interrupteur à fusibles à coupure double	2.3.3.2
~~Interrupteur-sectionneur~~	~~2-3~~
Interrupteur-sectionneur à fusibles	~~2-9~~ 2.3.7
Interrupteur-sectionneur à fusibles à coupure unique	2.3.7.1
Interrupteur-sectionneur à fusibles à coupure double	2.3.7.2
Interrupteur tripolaire à commande unipolaire	~~2-14~~ 2.3.9

M

~~Manœuvre à accumulation d'énergie (d'un appareil mécanique de connexion)~~	~~2.16~~
~~Manœuvre dépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)~~	~~2.13~~
~~Manœuvre indépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)~~	~~2.14~~
Manœuvre semi-indépendante manuelle	2.15 2.3.10

S

Sectionneur	2.2 2.3.1
Sectionneur à fusibles	2.7 2.3.5
Sectionneur à fusibles à coupure unique	2.3.5.1
Sectionneur à fusibles à coupure double	2.3.5.2
Système à points de contact multiples	2.12

2.3 Termes et définitions

2.1

~~interrupteur (mécanique)~~

~~appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris éventuellement les conditions spécifiées de surcharge en service, ainsi que de supporter pendant une durée spécifiée des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit~~

~~NOTE Un interrupteur peut être capable d'établir des courants de court-circuit mais n'est pas capable de les couper.~~

~~[VEI 441-14-10]~~

2.2 2.3.1

sectionneur

appareil mécanique de connexion qui satisfait, en position d'ouverture, aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

~~NOTE 1 La présente définition diffère de celle du IEC 441-14-05, n se référant à la fonction sectionnement à la place de la distance de sectionnement.~~

~~Note 2 1 à l'article:~~ Un sectionneur est capable d'ouvrir ou de fermer un circuit lorsque, soit un courant négligeable est coupé ou établi, soit il ne se produit aucun changement important de la tension aux bornes de chaque pôle du sectionneur. Il est également capable de transporter des courants dans des conditions normales et de transporter, pour une durée spécifiée, des courants dans des conditions anormales telles qu'un court-circuit.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-05, modifiée – référence à la fonction de sectionnement plutôt qu'à la distance de sectionnement]

2.3

~~interrupteur-sectionneur~~

~~interrupteur qui, dans sa position d'ouverture, satisfait aux conditions d'isolement spécifiées pour un sectionneur~~

~~[VEI 441-14-12]~~

2.4 2.3.2

combiné-fusibles

combinaison en un seul appareil, assemblé par le constructeur ou selon ses instructions, d'un appareil mécanique de connexion et d'un ou plusieurs fusibles

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-04]

~~NOTE (Ne fait pas partie de la définition VET 441-14-04.) Ce terme est un terme général pour les appareils de connexion à fusibles (voir également de 2.5 à 2.10 et le Tableau 1).~~

~~2-5~~ 2.3.3

interrupteur à fusibles

interrupteur dans lequel un ou plusieurs pôles comportent un fusible en série dans un appareil combiné

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-14]

2.3.3.1

interrupteur à fusibles à coupure unique

interrupteur à fusibles qui produit une coupure du circuit sur un côté de l'élément de remplacement uniquement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.3.2

interrupteur à fusibles à coupure double

interrupteur à fusibles qui produit une coupure du circuit des deux côtés de l'élément de remplacement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

~~2-6~~ 2.3.4

fusible-interrupteur

interrupteur dans lequel un élément de remplacement ou un porte-fusible avec un élément de remplacement **fusible** forme le contact mobile

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-17]

2.3.4.1

fusible-interrupteur à coupure unique

interrupteur à fusibles qui produit une coupure du circuit sur un côté de l'élément de remplacement uniquement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.4.2

fusible-interrupteur à coupure double

interrupteur à fusibles qui produit une coupure du circuit des deux côtés de l'élément de remplacement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

~~2-7~~ 2.3.5

sectionneur à fusibles

sectionneur dans lequel un ou plusieurs pôles comportent un fusible en série dans un appareil combiné

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-15]

2.3.5.1

sectionneur à fusibles à coupure unique

sectionneur à fusibles qui produit une coupure du circuit sur au moins un côté l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.5.2

sectionneur à fusibles à coupure double

sectionneur à fusibles qui produit une coupure du circuit qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement des deux côtés de l'élément de remplacement

~~2-8~~ 2.3.6

fusible-sectionneur

sectionneur dans lequel un élément de remplacement ou un porte-fusible avec un élément de remplacement forme le contact mobile

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-18]

2.3.6.1

fusible-sectionneur à coupure unique

fusible-sectionneur qui produit une coupure du circuit sur au moins un côté de l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.6.2

fusible-sectionneur à coupure double

fusible-sectionneur qui produit une coupure du circuit, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement, des deux côtés de l'élément de remplacement

~~2-9~~ 2.3.7

interrupteur-sectionneur à fusibles

interrupteur-sectionneur dans lequel un ou plusieurs pôles comportent un fusible en série dans un appareil combiné

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-16]

2.3.7.1

interrupteur-sectionneur à fusibles à coupure unique

interrupteur-sectionneur à fusibles qui produit une coupure du circuit sur au moins un côté de l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.7.2

interrupteur-sectionneur à fusibles à coupure double

interrupteur-sectionneur à fusibles qui produit une coupure du circuit des deux côtés de l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

~~2-10~~ 2.3.8

fusible-interrupteur-sectionneur

interrupteur-sectionneur dans lequel un élément de remplacement ou un porte-fusible avec un élément de remplacement forme le contact mobile

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-19]

2.3.8.1

fusible-interrupteur-sectionneur à coupure unique

fusible-interrupteur-sectionneur qui produit une coupure du circuit sur au moins un côté de l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.8.2

fusible-interrupteur-sectionneur à coupure double

fusible-interrupteur-sectionneur qui produit une coupure du circuit des deux côtés l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

~~2.11~~ 2.3.9

interrupteur tripolaire à commande unipolaire

~~appareil~~ dispositif comprenant trois interrupteurs unipolaires manœuvrables individuellement selon la présente partie, caractérisé comme ~~une entité~~ **appareil** complet ~~e~~ destiné ~~e~~ à être utilisé dans un système triphasé

Note 1 à l'article: Ces ~~appareils~~ dispositifs sont destinés aux systèmes de distribution de puissance ~~lorsque la commutation et/ou le sectionnement d'une phase individuelle peut être nécessaire~~ dans lesquels il peut être nécessaire de commuter et/ou sectionner une phase individuelle; il convient de ne pas les utiliser pour la commutation du circuit primaire d'un matériel triphasé.

2.12

système à points de contact multiples

~~système qui comprend plus d'un intervalle de contact par pôle pouvant être commutés en série et/ou en parallèle~~

2.13

manœuvre dépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)

~~manœuvre effectuée exclusivement au moyen d'une énergie manuelle directement appliquée, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre dépendent de l'action de l'opérateur~~

[VEI 441-16-13]

2.14

manœuvre indépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)

~~manœuvre à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient de l'énergie manuelle accumulée et libérée en une seule manœuvre continue, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre sont indépendantes de l'action de l'opérateur~~

[VEI 441-16-16]

~~2.15~~ 2.3.10

manœuvre semi-indépendante manuelle

manœuvre effectuée exclusivement au moyen d'une énergie manuelle appliquée directement, la force manuelle augmentant jusqu'à une valeur limite au-delà de laquelle la manœuvre indépendante de commutation s'effectue, sauf si elle est retardée intentionnellement par l'opérateur

2.16

manœuvre à accumulation d'énergie (d'un appareil mécanique de connexion)

~~manœuvre effectuée au moyen d'énergie emmagasinée dans le mécanisme lui-même avant l'achèvement de la manœuvre et suffisante pour achever la manœuvre dans des conditions prédéterminées~~

NOTE — Ce type de manœuvre peut être subdivisé suivant

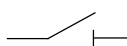
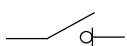
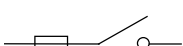
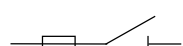
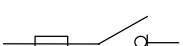
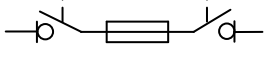
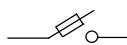
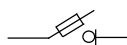
- a) le mode d'accumulation de l'énergie (ressort, poids, etc.);
- b) la provenance de l'énergie (manuelle, électrique, etc.);
- c) le mode de libération de l'énergie (manuel, électrique, etc.).

[VEI 441-16-15]

2.4 Résumé des types d'équipements

Un résumé des définitions ~~des matériels~~ d'équipement et des diagrammes correspondants est donné au Tableau 1.

Tableau 1 – Résumé des définitions des matériels

Fonctions		
Etablissement et coupeure du courant	Sectionnement	Etablissement, coupeure et sectionnement
Interrupteur 2.1 	Sectionneur 2.2 	Interrupteur-sectionneur 2.3 
Combiné-fusibles 2.4		
Interrupteur à fusibles à coupeure unique^a 2.5 	Sectionneur à fusibles à coupeure unique^a 2.7 	Interrupteur-sectionneur à fusibles à coupeure unique^a 2.9 
Interrupteur à fusibles à coupeure double^b 	Sectionneur à fusibles à coupeure double 	Interrupteur-sectionneur à fusibles à coupeure double^b 
Fusible-interrupteur à coupeure unique^a 2.6 	Fusible-sectionneur à coupeure unique^a 2.8 	Fusible-interrupteur-sectionneur à coupeure unique^a 2.10 
Fusible-interrupteur à coupeure double^b 	Fusible-sectionneur à coupeure double 	Fusible-interrupteur-sectionneur à coupeure double^b 
NOTE 1 – Tous les matériels peuvent être à simple coupeure ou à plusieurs coupures. Le matériel représenté comme étant à coupeure unique peut comprendre plusieurs ouvertures en série. NOTE 2 – Les chiffres donnent les références des paragraphes des définitions correspondantes. NOTE 3 – Les symboles sont basés sur ceux de l'IEC 60617-7.		
^a Le fusible peut se trouver de n'importe quel côté des contacts du matériel ou en position fixe par rapport à ceux-ci. ^b Selon la conception, la coupeure peut avoir lieu sur un côté ou sur les deux côtés de l'élément de remplacement.		

3 Classification

3.1 Suivant la catégorie d'emploi

Voir 4.4.

3.2 Suivant le mode de manœuvre du matériel manœuvré manuellement

- manœuvre dépendante manuelle (voir ~~2.4.13~~ 2.4.12 de l'IEC 60947-1);
- manœuvre indépendante manuelle (voir ~~2.4.4~~ 2.4.15 de l'IEC 60947-1);
- manœuvre semi-indépendante manuelle (voir ~~2.4.5~~ 2.3.10).

NOTE Le mode de manœuvre de fermeture peut être différent de celui d'ouverture.

3.3 Suivant l'aptitude au sectionnement

- apte au sectionnement (voir 7.1.7 de l'IEC 60947-1 et 7.1.7.1);
- inapte au sectionnement.

3.4 Suivant le degré de protection assuré

Voir 7.1.12 de l'IEC 60947-1.

4 Caractéristiques

4.1 Énumération des caractéristiques

Les caractéristiques du matériel doivent être indiquées de la façon suivante:

- type du matériel (voir 4.2);
- valeurs assignées et valeurs limites du circuit principal (voir 4.3);
- catégorie d'emploi (voir 4.4);
- circuits de commande (voir 4.5);
- circuits auxiliaires (voir 4.6);

4.2 Type du matériel

Il est nécessaire d'indiquer les informations suivantes:

- ~~4.2.1~~ le nombre de pôles;
- ~~4.2.2~~ la nature du courant (courant alternatif ou courant continu);
- dans le cas du courant alternatif, le nombre de phases et la fréquence assignée;
- ~~4.2.3~~ le nombre de positions des contacts principaux (s'il en existe plus de deux);
- la disposition de coupure pour les dispositifs à fusibles (coupure simple ou double).

4.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal

Les valeurs assignées sont fixées par le constructeur. Elles doivent être indiquées conformément à 4.3.1 et à 4.3.6.4, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les valeurs assignées énumérées.

4.3.1 Tensions assignées

Un matériel est défini par les tensions assignées suivantes.

4.3.1.1 Tension assignée d'emploi (U_e)

Le Paragraphe 4.3.1.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.1.2 Tension assignée d'isolement (U_i)

Le Paragraphe 4.3.1.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Le Paragraphe 4.3.1.3 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.2 Courants

Le matériel est défini par les courants suivants.

4.3.2.1 Courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th})

Le Paragraphe 4.3.2.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.2.2 Courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{the})

Le Paragraphe 4.3.2.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.2.3 Courants assignés d'emploi (I_e) (ou puissances assignées d'emploi)

Le Paragraphe 4.3.2.3 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.2.4 Courant assigné ininterrompu (I_u)

Le Paragraphe 4.3.2.4 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.3 Fréquence assignée

Le Paragraphe 4.3.3 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.4 Service assigné

Les services assignés considérés comme normaux sont les suivants.

4.3.4.1 Service continu (service de 8 h)

Le Paragraphe 4.3.4.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.4.2 Service ininterrompu

Le Paragraphe 4.3.4.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge

4.3.5.1 Aptitude à supporter les courants de surcharge occasionnés par le démarrage de moteurs

Voir Annexe A.

4.3.5.2 Pouvoir assigné de fermeture

Le Paragraphe 4.3.5.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Le pouvoir assigné de fermeture est exprimé en fonction de la tension assignée d'emploi et du courant assigné d'emploi ainsi que de la catégorie d'emploi, conformément au Tableau 3.

Ne s'applique pas aux matériels AC-20 ou DC-20.

4.3.5.3 Pouvoir assigné de coupure

Le Paragraphe 4.3.5.3 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Le pouvoir assigné de coupure est exprimé en fonction de la tension assignée d'emploi et du courant assigné d'emploi ainsi que de la catégorie d'emploi, conformément au Tableau 3.

Ne s'applique pas aux matériels AC-20 ou DC-20.

4.3.6 Caractéristiques de court-circuit

4.3.6.1 Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw})

Le courant assigné de courte durée admissible d'un interrupteur, d'un sectionneur ou d'un interrupteur-sectionneur est la valeur du courant de courte durée admissible, fixée par le constructeur que le matériel peut supporter sans aucun dommage dans les conditions d'essai de 8.3.5.1.

La valeur du courant assigné de courte durée admissible ne doit pas être inférieure à douze fois le courant assigné d'emploi maximal et, sauf indication contraire du constructeur, sa durée doit être 1 s.

Dans le cas du courant alternatif, la valeur du courant est la valeur efficace de la composante alternative et il est admis que la valeur de crête maximale susceptible d'être atteinte ne dépasse pas n fois cette valeur efficace, le facteur n étant donné par le Tableau 16 de l'IEC 60947-1.

4.3.6.2 Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (I_{cm})

~~Le pouvoir assigné de fermeture en court-circuit d'un interrupteur ou d'un interrupteur-sectionneur est la valeur de pouvoir de fermeture en court-circuit, fixée par le constructeur pour ce matériel pour la tension assignée d'emploi, la fréquence assignée (s'il y a lieu) et pour un facteur de puissance (ou une constante de temps) spécifié. Il s'exprime par la valeur maximale de crête du courant présumé.~~

~~En courant alternatif, la relation entre le facteur de puissance, la valeur de crête du courant présumé et la valeur efficace du courant doit être conforme au Tableau 16 de l'IEC 60947-1.~~

~~Ne s'applique pas aux matériels AC-20 ou DC-20.~~

~~Le 4.3.6.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.~~

~~NOTE I_{cm} n'est pas applicable aux dispositifs à fusibles.~~

4.3.6.3 Disponible

4.3.6.4 Courant assigné de court-circuit conditionnel

Le Paragraphe 4.3.6.4 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.4 Catégorie d'emploi

Les catégories d'emploi définissent les applications prévues et figurent au Tableau 2.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants et des tensions, exprimées en multiples du courant assigné d'emploi et de la tension assignée d'emploi, ainsi que par les facteurs de puissance ou les constantes de temps du circuit. Les conditions d'établissement et de coupure données au Tableau 3 correspondent en principe aux applications énumérées au Tableau 2.

La désignation des catégories d'emploi est complétée par le suffixe A ou le suffixe B suivant que les applications prévues demandent des manœuvres fréquentes ou des manœuvres non fréquentes (voir Tableau 4).

Les catégories d'emploi comportant le suffixe B conviennent aux appareils qui, en raison de leur conception ou de leur utilisation, ne sont prévus que pour des manœuvres non fréquentes. Cela pourrait, par exemple, être le cas d'un sectionneur qui n'est manœuvré que pour effectuer un sectionnement pour des travaux d'entretien, ou d'appareils de connexion dont la lame de l'élément de remplacement constitue le contact mobile.

La distinction entre manœuvres fréquentes et manœuvres non fréquentes est basée sur la caractéristique assignée de fonctionnement déclarée par le constructeur et le nombre de cycles de manœuvres utilisé comme critère d'essai dans le Tableau 4.

Pour un courant assigné particulier de fonctionnement I_e , un appareil sera désigné pour usage fréquent (catégorie A) si la durée de vie assignée de fonctionnement fixée par le constructeur est supérieure au nombre de cycles de manœuvres indiqué dans les colonnes 3, 4 ou 5 du Tableau 4.

Tableau 2 – Catégories d'emploi

Nature du courant	Catégorie d'emploi		Applications caractéristiques
	Catégorie A	Catégorie B	
Courant alternatif	AC-20A ^a	AC-20B ^a	– Fermeture et ouverture à vide
	AC-21A	AC-21B	– Charges résistives, y compris surcharges modérées
	AC-22A	AC-22B	– Charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées
	AC-23A	AC-23B	– Charges constituées par des moteurs ou autres charges fortement inductives
Courant continu	DC-20A ^a	DC-20B ^a	– Fermeture et ouverture à vide
	DC-21A	DC-21B	– Charges résistives, y compris surcharges modérées
	DC-22A	DC-22B	– Charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées (par exemple: moteurs shunt)
	DC-23A	DC-23B	– Charges fortement inductives (par exemple: moteurs série)

^a Ces catégories d'emploi ne sont pas admises aux USA.

La catégorie AC-23 comprend la commande occasionnelle d'un seul moteur. La commande de condensateurs ou de lampes à filament de tungstène doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Les catégories d'emploi mentionnées aux Tableaux 2 et 3 ne s'appliquent pas à un matériel normalement utilisé pour assurer le démarrage, l'accélération et/ou l'arrêt d'un seul moteur. Les catégories d'emploi pour un tel matériel sont traitées dans l'Annexe A.

4.5 Circuits de commande

Le Paragraphe 4.5 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.6 Circuits auxiliaires

Le Paragraphe 4.6 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.7 Relais et déclencheurs

Le Paragraphe 4.7 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)

Le paragraphe 4.8 de l'IEC 60947-1 s'applique.

5 Informations sur le matériel

5.1 Nature des informations

Le Paragraphe 5.1 de l'IEC 60947-1 s'applique de façon appropriée pour un modèle particulier.

5.2 Marquage

5.2.1 Chaque matériel doit porter de façon indélébile et lisible les indications suivantes.

Les marques pour a), b) et c) ci-dessous doivent se trouver sur le matériel lui-même ou sur une ou plusieurs plaques signalétiques fixées au matériel, et ces marques doivent être situées dans un endroit tel qu'elles soient visibles et lisibles de face lorsque le matériel est monté selon les instructions du constructeur.

- a) Indication de la position d'ouverture et de la position de fermeture. La position d'ouverture et la position de fermeture doivent être indiquées respectivement par les symboles graphiques 60417-IEC-5007 et 60417-IEC-5008 de l'IEC 60417-2 (voir 7.1.6.1 de l'IEC 60947-1).
- b) Aptitude au sectionnement.
Les symboles appropriés du Tableau 1 doivent être utilisés.
- c) Marquage supplémentaire des sectionneurs.

Les appareils de catégorie d'emploi AC-20A, AC-20B, DC-20A et DC-20B doivent porter la mention «Ne pas manœuvrer en charge», à moins que l'appareil ne soit muni d'un verrouillage empêchant une telle manœuvre.

NOTE Les symboles des différents types de matériel sont donnés au Tableau 1.

5.2.2 Les indications suivantes doivent aussi être marquées sur le matériel mais il n'est pas nécessaire qu'elles soient visibles de face lorsque le matériel est monté:

- a) nom du constructeur ou marque de fabrique;
- b) désignation du type ou numéro de série;
- c) courants assignés d'emploi (ou puissances assignées) ~~à~~ avec la tension assignée d'emploi, et la catégorie d'emploi **correspondantes** (voir 4.3.1, 4.3.2 et 4.4);
- d) valeur (ou domaine) de la fréquence assignée, ou indication «continu» (ou le symbole $\equiv$);
- e) pour les combinés-fusibles, ~~le type les caractéristiques~~ et le courant assigné maximal des fusibles et la puissance dissipée **maximale** de l'élément de remplacement;
- f) IEC 60947-3, si le constructeur déclare la conformité à la présente partie;
- g) degré de protection du matériel sous enveloppe (voir Annexe C de l'IEC 60947-1).

5.2.3 Les bornes suivantes doivent être identifiées:

- a) bornes d'entrée et de sortie, à moins que le raccordement n'ait pas d'importance (voir 8.3.3.3.1);
- b) borne du pôle neutre, s'il y a lieu, par la lettre «N» (voir 7.1.8.4 de l'IEC 60947-1);

c) borne de terre de protection (voir 7.1.10.3 de l'IEC 60947-1).

5.2.4 Les indications suivantes doivent figurer dans les informations fournies par le constructeur:

- a) tension assignée d'isolement;
- b) tension assignée de tenue aux chocs pour les matériels aptes au sectionnement, ou lorsqu'elle est déterminée;
- c) degré de pollution, s'il est différent de 3;
- d) service assigné;
- e) courant assigné de courte durée admissible et sa durée, le cas échéant;
- f) pouvoir assigné de fermeture en court-circuit, le cas échéant;
- g) courant assigné de court-circuit conditionnel, le cas échéant.

5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien

Le Paragraphe 5.3 de l'IEC 60947-1 s'applique.

6 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'Article 6 de l'IEC 60947-1 s'applique, avec le complément suivant.

Degré de pollution (voir 6.1.3.2 de l'IEC 60947-1).

Sauf spécification contraire du constructeur, le matériel est prévu pour être installé dans les conditions d'environnement du degré de pollution 3.

7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

7.1 Dispositions constructives

Le Paragraphe 7.1 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

~~7.1.2 Matériaux~~

~~L'aptitude des matériaux utilisés doit être vérifiée par rapport à la résistance à la chaleur anormale et au feu en réalisant les essais~~

- ~~a) sur le matériel; ou~~
- ~~b) sur des parties prises sur le matériel; ou~~
- ~~c) sur des échantillons de matériau identique et de section représentative.~~

~~Lorsqu'un matériau identique ayant une section représentative a déjà satisfait aux exigences, il n'y a pas lieu de répéter ces essais.~~

7.1.2.2 Essai au fil incandescent

Le Paragraphe 7.1.2.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Les pièces en matériau isolant nécessaires au maintien en position des parties conductrices doivent satisfaire à l'essai au fil incandescent de 8.2.1.1.1 de l'IEC 60947-1 à une température d'essai de 960 °C.

~~7.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite~~

~~Le Paragraphe 7.1.4 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.~~

~~Des recommandations pour la mesure des distances d'isolement et des lignes de fuite sont données dans l'Annexe G de l'IEC 60947-1.~~

7.1.7 Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement

Le Paragraphe 7.1.7 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

7.1.7.1 Dispositions constructives supplémentaires

Le matériel doit être marqué conformément à 5.2.1 b).

Lorsqu'il n'existe aucune indication de la position des contacts, par exemple au moyen de l'organe de manœuvre ou d'un indicateur séparé, tous les contacts principaux doivent être nettement visibles en position d'ouverture.

La robustesse du mécanisme transmetteur et la fiabilité de l'indication de la position d'ouverture doivent être vérifiées conformément à 8.2.5. En outre, lorsqu'il existe des dispositifs fournis par le constructeur, pour verrouiller le matériel en position d'ouverture, le verrouillage ne doit être possible que si les contacts principaux sont en position d'ouverture (voir 8.2.5).

Cette exigence n'est pas applicable au matériel dont les contacts principaux sont visibles en position d'ouverture et/ou la position d'ouverture est indiquée par des moyens autres que l'organe de commande.

NOTE Le verrouillage en position de fermeture est admis pour des applications particulières.

L'intervalle de coupure entre les contacts ouverts d'un même pôle en position d'ouverture ne doit pas être inférieur aux distances d'isolement minimales figurant au Tableau 13 de l'IEC 60947-1 et il doit également répondre aux exigences de 7.2.3.1 b) de l'IEC 60947-1.

~~7.1.7.2 Exigences supplémentaires pour le matériel assurant le verrouillage électrique avec des contacteurs ou des disjoncteurs~~

~~Lorsqu'un matériel apte au sectionnement est équipé d'un interrupteur auxiliaire pour le verrouillage électrique avec un ou des contacteurs ou un ou des disjoncteurs et est prévu pour être utilisé dans des circuits de moteur, les exigences suivantes doivent s'appliquer, sauf si le matériel est classé pour la catégorie d'emploi AC-23.~~

~~Un interrupteur auxiliaire doit être classé selon l'IEC 60947-5-1 comme fixé par le constructeur.~~

~~L'intervalle de temps entre les ouvertures des contacts de l'interrupteur auxiliaire et des contacts des pôles principaux doit être suffisant pour que le contacteur ou le disjoncteur associé coupe le courant avant l'ouverture des pôles principaux du matériel.~~

~~Sauf exigence contraire dans la documentation technique du constructeur, l'intervalle de temps ne doit pas être inférieur à 20 ms lorsque le matériel est manœuvré selon les instructions du constructeur.~~

~~La conformité doit être vérifiée en mesurant l'intervalle de temps entre l'instant de l'ouverture de l'interrupteur auxiliaire et l'instant de l'ouverture à vide des pôles principaux lorsque le matériel est manœuvré selon les instructions du constructeur.~~

~~Pendant la manœuvre de fermeture, les contacts de l'interrupteur auxiliaire doivent se fermer après ou en même temps que les contacts des pôles principaux.~~

~~Un intervalle de temps d'ouverture convenable peut également être assuré par une position intermédiaire (entre les positions MARCHE et ARRET) pour laquelle le ou les contacts de verrouillage sont ouverts et les pôles principaux restent fermés.~~

~~7.1.7.3 Exigences supplémentaires pour le matériel équipé de moyens de verrouillage par cadenas de la position d'ouverture~~

~~Les moyens de verrouillage doivent être conçus de telle façon qu'ils ne puissent pas être retirés lorsque le ou les cadenas appropriés sont installés. Lorsque le matériel est verrouillé même par un seul cadenas, il ne doit pas être possible en manœuvrant l'organe de commande, de réduire la distance d'isolement entre les contacts ouverts de telle façon qu'elle ne satisfasse plus aux exigences de 7.2.3.1 b) de l'IEC 60947-1.~~

~~En variante, on peut par conception fournir des moyens de verrouillage par cadenas interdisant l'accès à l'organe de commande.~~

~~La conformité aux exigences concernant le verrouillage de l'organe de commande doit être vérifiée en utilisant un cadenas spécifié par le constructeur ou un calibre équivalent, fournissant les conditions les plus contraignantes pour simuler un verrouillage. La force F , spécifiée en 8.2.5.2, doit être appliquée à l'organe de commande afin d'essayer de manœuvrer le matériel de la position d'ouverture à la position de fermeture. La force F étant maintenue, le matériel doit être soumis à une tension d'essai entre les contacts ouverts. Le matériel doit être capable de supporter la tension d'essai requise conformément au Tableau 14 de la IEC 60947-1 pour la tension assignée de tenue aux chocs.~~

7.1.9 Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre

Le Paragraphe 7.1.9 de l'IEC 60947-1 s'applique, sauf en ce qui concerne la note relative à un déclencheur à maximum de courant.

~~7.1.12 Degrés de protection du matériel sous enveloppe~~

~~Les degrés de protection du matériel sous enveloppe et les essais appropriés sont donnés à l'Annexe C de l'IEC 60947-1.~~

7.2 Dispositions relatives au fonctionnement

7.2.1 Conditions de fonctionnement

7.2.1.1 Généralités

Le Paragraphe 7.2.1.1 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Les exigences suivantes s'appliquent aux fusibles-interrupteurs, fusibles-sectionneurs et aux fusibles-interrupteurs-sectionneurs dont le pouvoir assigné de fermeture en court-circuit excède 10 kA et pour lesquels la manœuvre de fermeture est faite par une commande manuelle directe sans interposition de mécanisme (manœuvre dépendante et semi-dépendante manuelle voir ~~2.13 et 2.15~~ 2.4.12 de l'EC 60947-1 et 2.3.10).

La vitesse d'essai pour les manœuvres de fermeture spécifiée en 8.3.6.2 doit être déterminée comme suit.

- a) Le matériel doit subir 15 manœuvres manuelles à vide selon les instructions du constructeur, 5 manœuvres par chacune des trois personnes. La vitesse de l'organe de commande manuelle au moment de la fermeture des contacts (fermeture du dernier contact) doit être déterminée par un oscillographe ou tout autre moyen approprié à toute partie convenable du système.

Le point de mesure et la vitesse à ce point de mesure doivent être notés dans le rapport d'essais. La vitesse moyenne doit être déterminée après suppression de la valeur la plus haute et de la valeur la plus basse.

- b) Il faut s'assurer qu'avec l'appareillage d'essai le matériel en essai ferme totalement et qu'il n'y a aucune entrave au mouvement de fermeture libre du système. La vitesse réelle d'essai ne doit pas dépasser la vitesse moyenne déterminée selon a).

La masse des parties mobiles de l'appareillage d'essai (sans le matériel en essai) doit être égale à $2 \text{ kg} \pm 10 \%$.

7.2.1.2 Limites de fonctionnement des matériels à manœuvre à source d'énergie extérieure

Le paragraphe 7.2.1.2 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.2.1.3 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à minimum de tension

Le paragraphe 7.2.1.3 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.2.1.4 Limites de fonctionnement des déclencheurs shunts

Le paragraphe 7.2.1.4 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.2.2 Echauffement

Le Paragraphe 7.2.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Dans le cas des combinés-fusibles, l'échauffement des contacts de l'élément de remplacement au cours de l'essai de 8.3.3.1 ne doit provoquer aucun dommage susceptible de nuire au fonctionnement ultérieur du matériel au cours de la séquence d'essais I.

7.2.3 Propriétés diélectriques

Le Paragraphe 7.2.3 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

7.2.3.1 Tension de tenue aux chocs

Le Paragraphe 7.2.3.1 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Les distances d'isolement entre les contacts ouverts d'un appareil non apte au sectionnement doivent supporter la tension d'essai donnée au Tableau 12 de l'IEC 60947-1 appropriée à la tension assignée de tenue aux chocs.

7.2.3.2 Tension de tenue à fréquence industrielle des circuits principaux, auxiliaires et de commande

Le Paragraphe 7.2.3.2 c) de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Pour les appareils aptes au sectionnement, les valeurs maximales du courant de fuite sont spécifiées, pour toutes les séquences d'essais, respectivement en 8.3.3.5, 8.3.4.3, 8.3.5.4, 8.3.6.4 et 8.3.7.3.

7.2.4 Aptitude à l'établissement et à la coupure à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge

7.2.4.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure sont indiqués en fonction de la tension assignée d'emploi et du courant assigné d'emploi ainsi que de la catégorie d'emploi, conformément au Tableau 3.

Les conditions d'essai sont spécifiées en 8.3.3.3.1.

**Tableau 3 – Vérification des pouvoirs assignés
de fermeture et de coupure (voir 8.3.3.3) –
Conditions d'établissement et de coupure correspondant
aux diverses catégories d'emploi**

Catégorie d'emploi	Courant assigné d'emploi	Etablissement ^a			Coupure			Nombre de cycles de manœuvres ^c
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	
AC-20A ^b – AC-20B ^b AC-21A – AC-21B AC-22A – AC-22B AC-23A – AC-23B	Toutes valeurs Toutes valeurs Toutes valeurs $0 < I_e \leq 100 \text{ A}$ $100 \text{ A} < I_e$	– 1,5 3 10 10	– 1,05 1,05 1,05 1,05	– 0,95 0,65 0,45 0,35	– 1,5 3 8 8	– 1,05 1,05 1,05 1,05	– 0,95 0,65 0,45 0,35	5 5 5 3 ^d
Catégorie d'emploi	Catégorie assignée d'emploi	I/I_e	U/U_e	L/R ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ms	Nombre de cycles de manœuvres
DC-20A ^b – DC-20B ^b DC-21A – DC-21B DC-22A – DC-22B DC-23A – DC-23B	Toutes valeurs Toutes valeurs Toutes valeurs Toutes valeurs	– 1,5 4 4	– 1,05 1,05 1,05	– 1 2,5 15	– 1,5 4 4	– 1,05 1,05 1,05	– 1 2,5 15	5 5 5 5
I = courant établi I_c = courant coupé I_e = courant assigné d'emploi U = tension appliquée U_e = tension assignée d'emploi U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu								
^a En courant alternatif, le courant établi est exprimé par la valeur efficace de la composante périodique du courant. ^b Ces catégories d'emploi ne sont pas admises aux USA. ^c Une manœuvre de commutation sans courant entre chaque manœuvre de fermeture et de coupure est autorisée, à condition que cela ne change pas l'intervalle de temps entre les manœuvres requises définies en 8.3.3.3.1. ^d Afin de couvrir à la fois les catégories AC-21 et AC-22, une augmentation du nombre de manœuvres en AC-23 de 3 à 5 est autorisée, avec l'accord du constructeur.								

7.2.4.2 Fonctionnement en service

Les essais concernant la vérification du fonctionnement en service d'un matériel sont destinés à vérifier que ce matériel peut établir et couper sans défaillance les courants traversant son circuit principal pour l'emploi prévu.

Le nombre de cycles de manœuvres et les paramètres de circuit d'essai pour l'essai de fonctionnement en service suivant les diverses catégories d'emploi sont donnés dans les Tableaux 4 et 5.

Les modalités d'essai sont spécifiées en 8.3.4.1.

**Tableau 4 – Vérification du fonctionnement en service –
Nombre de cycles de manœuvres suivant le courant assigné d'emploi**

1	2	3	4	5	6	7	8
Courant assigné d'emploi I_e	Nombre de cycles de manœuvres par heure	Nombre de cycles de manœuvres					
		Catégorie A: courant alternatif et continu			Catégorie B: courant alternatif et continu		
		Sans courant	Avec courant	Total	Sans courant	Avec courant	Total
$0 < I_e \leq 100$	120	8 500	1 500	10 000	1 700	300	2 000
$100 < I_e \leq 315$	120	7 000	1 000	8 000	1 400	200	1 600
$315 < I_e \leq 630$	60	4 000	1 000	5 000	800	200	1 000
$630 < I_e \leq 2 500$	20	2 500	500	3 000	500	100	600
$2 500 < I_e$	10	1 500	500	2 000	300	100	400

Les valeurs de ce tableau s'appliquent à toutes les catégories d'emploi, sauf AC-20A, AC-20B, DC-20A et DC-20B. Ces catégories doivent satisfaire au nombre total de cycles de manœuvres des colonnes 5 ou 8, sans courant. La colonne 2 donne la cadence minimale de fonctionnement. La cadence de manœuvres pour toute catégorie d'emploi peut être augmentée avec l'accord du constructeur.

Tableau 5 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau 4

Catégorie d'emploi		Valeur du courant assigné d'emploi I_e	Etablissement ^a			Coupure		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$
AC-21A	AC-21B	Toutes valeurs	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-22A	AC-22B	Toutes valeurs	1	1	0,8	1	1	0,8
AC-23A	AC-23B	Toutes valeurs	1	1	0,65	1	1	0,65
			I/I_e	U/U_e	L/R ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ms
DC-21A	DC-21B	Toutes valeurs	1	1	1	1	1	1
DC-22A	DC-22B	Toutes valeurs	1	1	2	1	1	2
DC-23A	DC-23B	Toutes valeurs	1	1	7,5	1	1	7,5

I = courant établi
 I_c = courant coupé
 I_e = courant assigné d'emploi
 U = tension avant établissement (tension appliquée)
 U_e = tension assignée d'emploi
 U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu

^a En courant alternatif, le courant établi est exprimé par la valeur efficace de la composante périodique du courant.

7.2.4.3 Durabilité mécanique

Le Paragraphe 7.2.4.3.1 de l'IEC 60947-1 s'applique. Les conditions d'essai sont spécifiées en 8.5.1.

7.2.4.4 Durabilité électrique

Le Paragraphe 7.2.4.3.2 de l'IEC 60947-1 s'applique. Les conditions d'essai sont spécifiées en 8.5.2.

7.2.5 Aptitude à l'établissement, à la coupure ou à la tenue des courants de court-circuit

Le matériel doit être construit de manière à pouvoir supporter, dans les conditions spécifiées dans la présente partie, les contraintes thermiques, dynamiques et électriques occasionnées par des courants de court-circuit.

Les courants de court-circuit peuvent se produire durant les manœuvres d'établissement et d'interruption du courant et aussi lorsque le courant circule en position de fermeture.

L'aptitude du matériel à établir, transporter et couper les courants de court-circuit est exprimée en fonction d'une ou plusieurs des caractéristiques assignées suivantes.

- a) Courant assigné de courte durée admissible (voir 4.3.6.1).
- b) Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (voir 4.3.6.2).
- c) Courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 4.3.6.4).

7.2.6 Disponible

7.2.7 Exigences supplémentaires de fonctionnement pour les matériels aptes au sectionnement

Ces exigences ne s'appliquent qu'aux matériels dont la tension assignée d'emploi est supérieure à 50 V.

Le matériel à l'état neuf avec ses contacts en position d'ouverture doit supporter l'essai diélectrique de 8.3.3.2.

Si des essais conformes à 8.3.3.3 et à 8.3.4.1 ont été effectués, le matériel doit, dans l'état où il se trouve après ces essais, répondre aux exigences de 8.3.3.5 relatives au courant de fuite.

7.2.8 Disponible

7.2.9 Exigences de surcharge pour un matériel comprenant des fusibles

Le circuit principal d'un matériel doit être capable de transporter un courant de surcharge conformément à 8.3.7.1 et ne doit causer aucun dommage susceptible de nuire au fonctionnement ultérieur du matériel dans la séquence d'essais V.

7.3 Compatibilité électromagnétique

7.3.1 Disponible Généralités

Le paragraphe 7.3.1 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, s'applique.

7.3.2 Immunité

Le paragraphe 7.3.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

7.3.2.1 Matériels ne comprenant pas de circuits électroniques

~~Les matériels couverts par la présente partie ne comprenant pas de circuits électroniques ne sont pas sensibles aux perturbations électromagnétiques dans les conditions normales de service et en conséquence aucun essai d'immunité n'est requis.~~

Le paragraphe 7.3.2.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

7.3.2.2 Matériels comprenant des circuits électroniques

Les matériels comprenant des circuits électroniques (par exemple indicateur ~~électronique~~ de fusion de fusible) doivent avoir une immunité satisfaisante vis-à-vis des perturbations électromagnétiques (voir 8.4.1.2).

Pour les essais appropriés pour vérifier la conformité à ces exigences, voir 8.4 de l'IEC 60947-1.

Des critères spécifiques de performances doivent être donnés dans la norme produit applicable sur la base des critères d'acceptation donnés dans le Tableau 24 de l'IEC 60947-1.

Le Tableau 6 fournit les critères spécifiques de performances en immunité à prendre en compte.

Tableau 6 – Essais d'immunité

Type d'essai d'immunité	Norme fondamentale applicable	Niveau de sévérité requis
Décharge électrostatique	IEC 61000-4-2	Décharge dans l'air 8 kV ou décharge au contact 4 kV
Champ électromagnétique	IEC 61000-4-3	10 V/m
Transitoires rapides en salves	IEC 61000-4-4	2 kV
Onde de choc	IEC 61000-4-5	2 kV (mode commun) 1 kV (mode différentiel)
Perturbations conduites, induites par des champs à fréquence radioélectrique	IEC 61000-4-6	10 V
NOTE — Un simple redresseur n'est pas sensible aux perturbations électromagnétiques en conditions normales de service et ne nécessite donc pas d'essai d'immunité.		

Type d'essai	Niveau d'essai requis	Critère d'acceptation (tel que défini dans le Tableau 24 de la CEI 60947-1)
Essai d'immunité aux décharges électrostatiques CEI 61000-4-2	8 kV/ décharge dans l'air soit 4 kV/ décharge au contact	B
Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques CEI 61000-4-3	10 V/m	A
Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salve CEI 61000-4-4	2 kV / 5 kHz sur les accès de puissance 1 kV / 5 kHz sur les accès de signaux	B
Essai d'immunité aux ondes de choc CEI 61000-4-5	2 kV (mode commun) 1 kV (mode différentiel)	B
Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques CEI 61000-4-6	10 V	A
NOTE 1 Un simple redresseur n'est pas sensible aux perturbations électromagnétiques en service normal et par conséquent ne nécessite pas d'essai d'immunité.		
NOTE 2 Lorsque le critère d'acceptation B est spécifié, il ne doit pas y avoir de changement du statut des contacts principaux comme résultat de la perturbation.		

7.3.3 Emission

7.3.3.1 Matériels ne comprenant pas de circuits électroniques

~~Pour les matériels ne comprenant pas de circuits électroniques, les perturbations électromagnétiques peuvent seulement être produites pendant des manœuvres occasionnelles de commutation. La durée des perturbations est de l'ordre des millisecondes.~~

~~La fréquence, le niveau et les conséquences de ces émissions sont considérées comme faisant partie de l'environnement électromagnétique normal des installations à basse tension.~~

~~En conséquence, les exigences pour les émissions électromagnétiques sont considérées comme satisfaites et aucune vérification n'est nécessaire.~~

Le Paragraphe 7.3.3.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

7.3.3.2 Matériels comprenant des circuits électroniques

Les matériels comprenant des circuits électroniques (par exemple un indicateur électronique de fusion de fusible) peuvent générer des perturbations électromagnétiques continues.

L'émission doit satisfaire aux exigences du groupe 1, classe A du CISPR 11 ou à celles de la classe A du CISPR 22 (voir 8.4.2.2).

Tableau 7 – Limites d'émission

Accès	Gamme de fréquences MHz	Limites ^d	Norme
Enveloppe ^b	30 à 230 ^a 230 à 1 000 ^a	30 dB (µV/m) valeur quasi-crête mesurée à une distance de 30 m ^c 37 dB (µV/m) valeur quasi-crête mesurée à une distance de 30 m ^c	CISPR 11 Classe A - Groupe 1
Alimentation à courant alternatif	0,15 à 0,5 ^a 0,5 à 5 ^a 5 à 30 ^a	79 dB (µV) valeur quasi-crête 66 dB (µV) valeur moyenne 73 dB (µV) valeur quasi-crête 60 dB (µV) valeur moyenne 73 dB (µV) valeur quasi-crête 60 dB (µV) valeur moyenne	ou CISPR 22 Classe A
^a La limite inférieure est applicable à la fréquence de transition. ^b Applicable seulement aux appareils de commutation mécaniques contenant des parties fonctionnant à des fréquences supérieures à 9 kHz, par exemple microprocesseurs. ^c Peut aussi être mesurée à une distance de 10 m en utilisant les limites augmentées de 10 dB, ou à une distance de 3 m en utilisant les limites augmentées de 20 dB. ^d Ces limites ont été reprises, sans modification, du CISPR 11 et du CISPR 22.			

Ces limites sont données pour des appareils de commutation mécaniques utilisés exclusivement dans un environnement industriel. Lorsqu'il existe une probabilité d'utilisation en dehors de l'environnement industriel, l'avertissement suivant doit être inclus dans les informations fournies par le constructeur.

Avertissement

Ceci est un produit de classe A. Dans un environnement domestique, ce produit peut provoquer une interférence radio qui, dans ce cas, peut obliger l'utilisateur à prendre les mesures appropriées.

Cependant, cet avertissement n'est pas nécessaire lorsque les limites d'émission données dans le CISPR 22, classe B sont respectées.

8 Essais

8.1 Nature des essais

8.1.1 Généralités

Le Paragraphe 8.1.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

8.1.2 Essais de type

Le Paragraphe 8.1.2 de l'IEC 60947-1 s'applique. Le Tableau 9 de la présente partie donne la liste des essais de type.

8.1.3 Essais individuels

Le Paragraphe 8.1.3 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

8.1.3.1 Généralités

Les essais suivants s'appliquent:

- essai de fonctionnement mécanique (voir 8.1.3.2)
le fonctionnement de l'interrupteur, du sectionneur, de l'interrupteur-sectionneur ou du combiné-fusibles durant la fabrication et/ou un autre essai individuel peuvent remplacer les essais énumérés ci-dessus, si les conditions restent les mêmes et si le nombre de manœuvres n'est pas inférieur à celui spécifié;
- essai diélectrique (voir 8.1.3.3)
si, par le contrôle des matériaux et des procédés de fabrication, l'intégrité des propriétés diélectriques a été prouvée, ces essais peuvent être remplacés par des essais sur des échantillons conformément à un plan d'échantillonnage reconnu (voir IEC 60410).

8.1.3.2 Essai de fonctionnement mécanique

Un essai doit être fait pour vérifier le fonctionnement mécanique correct du matériel en effectuant 5 manœuvres de fermeture et d'ouverture.

8.1.3.3 Essai diélectrique

Les conditions d'essai doivent être conformes à 8.3.3.4.2 de l'IEC 60947-1. En variante, l'essai combiné selon 8.3.3.4.2, point 3), de l'IEC 60947-1 est autorisé. La valeur de la tension d'essai doit être conforme à celle du Tableau 12A de l'IEC 60947-1. La durée de l'essai ne doit pas être inférieure à 1 s et la tension d'essai doit être appliquée comme suit:

- le matériel étant en position d'ouverture, entre chaque paire de bornes qui sont connectées électriquement lorsque le matériel est en position de fermeture;
- le matériel étant en position de fermeture, entre chaque pôle et le ou les pôles adjacents et entre chaque pôle et le châssis;
- pour le matériel comprenant des circuits électroniques raccordés aux pôles principaux, le matériel étant en position d'ouverture, entre chaque pôle et le ou les pôles adjacents et entre chaque pôle et le châssis soit du côté entrée, soit du côté sortie selon la position des composants électroniques.

En variante, la déconnexion du ou des circuits électroniques est permise pendant les essais diélectriques.

8.1.4 Essais sur prélèvements

Les essais sur prélèvements pour la vérification des distances d'isolement doivent être faits conformément à 8.3.3.4.3 de l'IEC 60947-1 conformément à un plan de prélèvement reconnu (voir IEC 60410).

8.1.5 Essais spéciaux

Les essais spéciaux (voir 2.6.4 de l'IEC 60947-1) sont spécifiés en 8.5.

8.2 Essais de type pour les dispositions constructives

Le Paragraphe 8.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

8.2.4 Propriétés mécaniques des bornes

Le Paragraphe 8.2.4 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Lorsque le matériel est prévu pour être fourni avec différentes conceptions de bornes, les essais doivent être effectués sur chaque conception.

8.2.5 Vérification de l'efficacité de l'indication de position des contacts principaux des matériels aptes au sectionnement

Le Paragraphe 8.2.5 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

8.2.5.1 Etat du matériel pour les essais

L'essai du mécanisme de l'organe de commande et de l'indicateur de position doit être mené comme une partie de la séquence d'essais I (voir 8.3.3 et Tableau 11).

S'il existe différents types d'organes de commande, additionnels ou intégrés, une seule conception doit être soumise aux essais au cours de la séquence I. De plus, l'échantillon représentatif du cas le plus critique doit être essayé conformément à 8.3.3.7.

~~8.2.5.2 Modalités d'essai~~

~~8.2.5.2.1 Manœuvre manuelle dépendante et indépendante~~

~~La force nécessaire pour manœuvrer l'appareil vers la position d'ouverture doit être mesurée à l'extrémité de l'organe de commande. La force mesurée F doit être égale à la valeur moyenne de la force maximale obtenue à partir de 3 manœuvres consécutives, avec l'appareil à l'état neuf et propre. Cette force F doit ensuite être utilisée pour déterminer la force d'essai définie au Tableau 8.~~

~~Le matériel étant en position de fermeture, les contacts fixes et mobiles du pôle pour lequel l'essai est estimé être le plus sévère doivent être maintenus fermés par des moyens appropriés. L'organe de commande doit être soumis à la force d'essai définie au Tableau 8 suivant la nature de l'organe de commande. Lorsque l'appareil possède plus d'un système de contact en série, chaque système de contact doit être maintenu en position fermée.~~

~~Dans le cas de systèmes à points de contact multiples, le plus petit nombre de points de contact en parallèle, nécessaire pour maintenir le système de contact fermé, doit être fixé ensemble afin de permettre à la force d'essai d'être appliquée sans ouverture des contacts.~~

~~Le moyen approprié pour maintenir le ou les contacts fermés et le nombre de contacts doivent être spécifiés par le constructeur. Le nombre de contacts et la méthode doivent être consignés dans le rapport.~~

~~Cette force doit être appliquée sans secousse, à l'organe de commande dans le sens de l'ouverture des contacts pendant 10 s.~~

~~La direction de cette force, comme indiqué à la Figure 1, doit être conservée tout au long de l'essai.~~

~~Si des dispositifs de verrouillage sont prévus pour bloquer l'organe de commande en position d'ouverture, il ne doit pas être possible de bloquer l'organe de commande dans cette position pendant que la force d'essai est appliquée.~~

~~8.2.5.2.2 Manœuvre dépendante assurée par une source d'énergie extérieure~~

~~Le matériel étant en position de fermeture, les contacts fixes et mobiles du pôle pour lequel l'essai est estimé être le plus sévère doivent être fixés ensemble, par exemple par soudage. Lorsque l'appareil possède plus d'un système de contact en série, chaque système de contact doit être maintenu en position fermée.~~

~~Dans le cas de systèmes à points de contact multiples, le plus petit nombre de points de contact en parallèle, nécessaire pour maintenir le système de contact fermé, doit être fixé ensemble afin de permettre à la force d'essai d'être appliquée sans ouverture des contacts.~~

~~Le moyen approprié pour maintenir le ou les contacts fermés et le nombre de contacts doivent être spécifiés par le constructeur. Le nombre de contacts et la méthode doivent être consignés dans le rapport.~~

~~La tension d'alimentation égale à 110 % de sa valeur normale assignée doit être appliquée à la commande assurée par une source d'énergie extérieure afin d'essayer d'ouvrir le système de contact du matériel.~~

~~Trois tentatives pour manœuvrer le matériel à des intervalles de 5 min par la commande assurée par une source d'énergie extérieure doivent être faites, chacune d'elles pendant une durée de 5 s, à moins qu'un dispositif de protection associé à la commande assurée par une source d'énergie extérieure ne limite le temps à une durée plus courte.~~

~~La vérification doit être faite selon 8.2.5.3.2.~~

~~NOTE Aux USA, les appareils satisfaisant à ces exigences supplémentaires ne sont pas acceptés comme assurant le sectionnement par eux-mêmes. Les procédures et exigences de sectionnement sont traitées dans les lois fédérales appropriées et dans les normes d'entretien.~~

~~8.2.5.2.3 Manœuvre indépendante assurée par une source d'énergie extérieure~~

~~Le matériel étant en position de fermeture, les contacts fixes et mobiles du pôle pour lequel l'essai est estimé être le plus sévère doivent être fixés ensemble, par exemple par soudage. Lorsque l'appareil possède plus d'un système de contact en série, chaque système de contact doit être maintenu en position fermée.~~

~~Dans le cas de systèmes à points de contact multiples, le plus petit nombre de points de contact en parallèle, nécessaire pour maintenir le système de contact fermé, doit être fixé ensemble afin de permettre à la force d'essai d'être appliquée sans ouverture des contacts.~~

~~Le moyen approprié pour maintenir le ou les contacts fermés et le nombre de contacts doivent être spécifiés par le constructeur. Le nombre de contacts et la méthode doivent être consignés dans le rapport.~~

~~L'énergie emmagasinée de la commande assurée par une source d'énergie extérieure doit être libérée afin d'essayer d'ouvrir le système de contact du matériel.~~

~~Trois tentatives pour manœuvrer le matériel par déblocage de l'énergie emmagasinée doivent être effectuées.~~

~~La vérification doit être faite selon 8.2.5.3.2.~~

~~NOTE Aux USA, les appareils satisfaisant à ces exigences supplémentaires ne sont pas acceptés comme assurant le sectionnement par eux-mêmes. Les procédures et exigences de sectionnement sont traitées dans les lois fédérales appropriées et dans les normes d'entretien.~~

~~8.2.5.3 Condition des matériels pendant et après l'essai~~

~~8.2.5.3.1 Manœuvre manuelle dépendante et indépendante~~

~~Après l'essai, lorsque la force d'essai n'est plus appliquée à l'organe de commande, celui-ci étant laissé libre, l'indication de la position d'ouverture ne doit pas être inexacte.~~

~~Tableau 8 — Force d'essai sur l'organe de commande~~

Type de l'organe de commande	Force d'essai	Force d'essai minimale N	Force d'essai maximale N
Bouton-poussoir (voir Figure 1a)	$3 F$	50	150
Manœuvre à un doigt (voir Figure 1b)	$3 F$	50	150
Manœuvre à deux doigts (voir Figure 1c)	$3 F$	100	200
Manœuvre à une main (voir Figure 1d et 1e)	$3 F$	150	400
Manœuvre à deux mains (voir Figure 1f)	$3 F$	200	600
Manœuvre à deux mains (voir Figure 1g)	$3 F$	200	600
~~F est la force normale de manœuvre à l'état neuf. La force d'essai doit être $3 F$ avec les valeurs minimales et maximales fixées et appliquées comme indiqué à la Figure 1.~~			

~~8.2.5.3.2 Manœuvre dépendante et indépendante assurée par une source d'énergie extérieure~~

~~Pendant et après l'essai, la position d'ouverture ne doit pas être indiquée quel que soit le moyen fourni, et le matériel ne doit pas montrer de dommage nuisant à son fonctionnement normal.~~

~~Lorsque le matériel est muni de dispositifs de cadenassage en position d'ouverture, il ne doit pas être possible de verrouiller le matériel pendant l'essai.~~

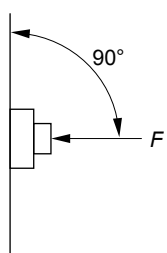


Figure 1a

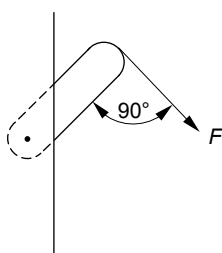


Figure 1b

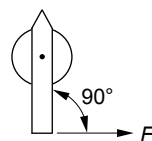


Figure 1c

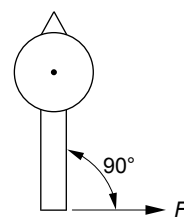


Figure 1d

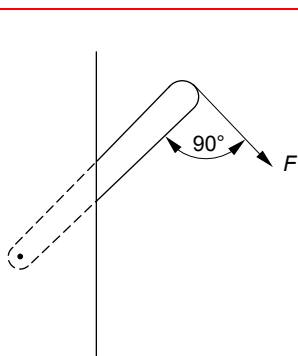


Figure 1e

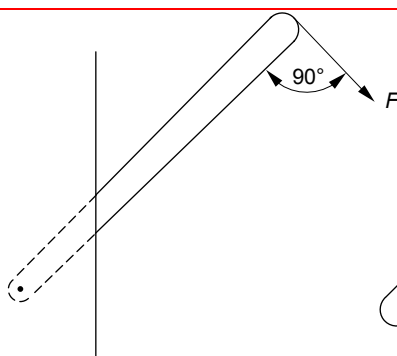


Figure 1f

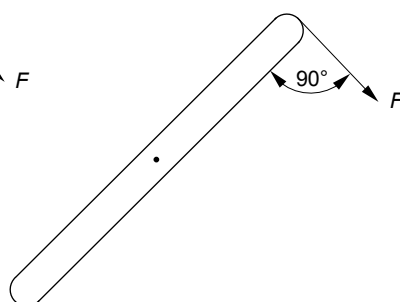


Figure 1g

IEC 1399/08

Figure 1 – Force F appliquée à l'organe de commande

Tableau 9 – Liste des essais de type applicables à un matériel donné

Essais	Inter-rupteur	Fusible-inter-rupteur	Inter-rupteur à fusibles	Sec-tionneur	Sec-tionneur à fusibles	Fusible sec-tionneur	Inter-rupteur-sec-tionneur	Inter-rupteur-sec-tionneur à fusibles	Fusible-inter-rupteur-sec-tionneur
Echauffement ^a	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Vérification de l'échauffement	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Propriétés diélectriques	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Vérification diélectrique	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Courant de fuite	–	–	–	o	o	o	o	o	o
Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure (en surcharge)	o	o	o	–	–	–	o	o	o
Fonctionnement en service	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Courant assigné de courte durée admissible	o	–	–	o	–	–	o	–	–
Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit	o	–	–	–	–	–	o	–	–
Courant assigné de court-circuit conditionnel	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Robustesse du mécanisme de l'organe de commande	–	–	–	o	o	o	o	o	o
Essai de surcharge	–	o	o	–	o	o	–	o	o
o = essai – = pas d'essai prescrit									
NOTE Cette liste d'essais de type est uniquement pour information, voir aussi les notes de bas de tableau "a" dans les Tableaux 14 et 15.									
^a Applicable à 8.3.2.1.3 seulement.									

8.3 Fonctionnement

Le Tableau 9 donne les essais de type de fonctionnement auxquels peut être soumis le matériel suivant sa nature.

8.3.1 Séquences d'essais

Les essais de type sont groupés par séquences, comme indiqué au Tableau 10.

Pour chaque séquence, les essais doivent être effectués dans l'ordre indiqué, conformément aux exigences du paragraphe correspondant, sauf pour l'essai d'échauffement (essai simplifié seulement) et l'essai des propriétés diélectriques de la séquence d'essais I, qui peuvent être effectués sur un échantillon séparé.

Tableau 10 – Schéma d'ensemble des séquences d'essais

Séquences	Essais
Caractéristiques générales de fonctionnement (voir 8.3.3 et Tableau 11)	Echauffement ^{e, f} Propriétés diélectriques ^e Pouvoirs de fermeture et de coupure ^a Vérification diélectrique ^a Courant de fuite ^b Vérification de l'échauffement Robustesse du mécanisme de l'organe de commande
Aptitude au fonctionnement en service (voir 8.3.4 et Tableau 13)	Fonctionnement en service Vérification diélectrique Courant de fuite ^b Vérification de l'échauffement
Aptitude au fonctionnement en court-circuit ^c (voir 8.3.5 et Tableau 14)	Courant de courte durée admissible Pouvoir de fermeture en court-circuit ^a Vérification diélectrique Courant de fuite ^b Vérification de l'échauffement
Courant de court-circuit conditionnel ^c (voir 8.3.6 et Tableau 15)	Tenue au court-circuit avec protection par fusibles Etablissement en court-circuit avec protection par fusibles ^a Vérification diélectrique Courant de fuite ^b Vérification de l'échauffement
Aptitude au fonctionnement en surcharge ^d (voir 8.3.7 et Tableau 16)	Essai de surcharge Vérification diélectrique Courant de fuite ^b Vérification de l'échauffement
^a Pas exigé pour les sectionneurs (AC-20 ou DC-20). Voir 4.3.5.2 et 4.3.5.3. ^b Exigé seulement pour les matériels aptes au sectionnement de tension assignée supérieure à 50 V. ^c Une seule des séquences d'essais III ou IV est à effectuer, suivant les caractéristiques assignées indiquées par le constructeur. ^d Pas exigé pour les interrupteurs, sectionneurs et interrupteurs-sectionneurs. ^e Peut être réalisé en dehors de la séquence, voir 8.3.1. ^f Applicable à 8.3.2.1.3 seulement.	

8.3.2 Conditions générales pour les essais

8.3.2.1 Exigences générales

Le Paragraphe 8.3.2.1 de l'IEC 60947-1 s'applique à tous les essais de type, le cas échéant. Au début de toute séquence d'essais, le matériel doit être à l'état neuf et propre.

La force appliquée pour toute manœuvre d'ouverture ne doit pas être supérieure à la force d'essai déterminée en 8.2.5.2 de l'IEC 60947-1 et doit être appliquée de la même manière sans secousse.

Lorsqu'il existe un doute sur le fait que la manœuvre d'ouverture est correcte, 3 tentatives au plus sont admises pour amener le matériel en position d'ouverture.

Afin de réduire le nombre d'essais pour les matériels de même conception de base, les exigences d'essai suivantes peuvent être utilisées.

8.3.2.1.1 Essais simplifiés pour des matériels ayant la même conception de base

Lorsqu'une gamme d'interrupteurs, de sectionneurs, d'interrupteurs-sectionneurs ou de combinés-fusibles de même conception de base est examinée simultanément, les variantes suivantes sont admises, à condition que le matériel reste conforme par ailleurs.

8.3.2.1.2 Exigences pour des matériels ayant la même conception de base

Pour que les interrupteurs, les sectionneurs, les interrupteurs-sectionneurs, ou les combinés-fusibles soient considérés comme étant de même conception de base, ils doivent être évalués en considérant les critères suivants:

- a) les matériaux, la finition et les dimensions des parties conductrices sont identiques, sauf pour les variantes dans la conception des bornes et des moyens de fixation des fusibles;
- b) la taille des contacts, le matériau, la configuration et le mode de fixation sont identiques;
- c) le mécanisme de manœuvre est de même conception de base, les matériaux et les caractéristiques physiques sont identiques;
- d) les vitesses d'ouverture et de fermeture des contacts sont substantiellement les mêmes;
- e) les matériaux isolants et moulés sont identiques;
- f) la méthode, les matériaux et la construction des dispositifs d'extinction d'arc sont identiques.

Les variantes suivantes sont également permises, à condition que la procédure d'essai simplifiée donnée en 8.3.2.1.3 soit utilisée:

- g) la catégorie d'emploi et la tension d'emploi;
- h) l'application en 50 Hz ou 60 Hz;
- i) les matériels à trois ou quatre pôles (neutre commuté ou non commuté), à condition que les exigences de 7.1.9 soient appliquées;
- j) la conception des bornes, à condition que les distances d'isolement et les lignes de fuite ne soient pas réduites (voir ~~7.1.4~~, 8.2.4 et 8.3.3.2 de la présente ~~partie~~ norme et voir aussi 7.1.4 et 8.3.3.1 de l'IEC 60947-1);
- k) les différents types d'organe de commande, additionnels ou intégrés, à condition que les exigences concernant leur robustesse (voir 8.2.5) soient vérifiées sur chaque type d'organe de commande, pour l'un d'entre eux pendant la séquence d'essais I;
- l) les contacts du socle de l'interrupteur à fusibles, du sectionneur à fusibles et de l'interrupteur-sectionneur à fusibles avec différents types d'éléments de remplacement (élément de remplacement retiré uniquement en l'absence de charge).

8.3.2.1.3 Procédure d'essai simplifiée

La procédure d'essai simplifiée suivante doit être utilisée.

- a) Si le marquage d'un matériel ayant la même conception de base présente plus d'une catégorie d'emploi et/ou plus d'une tension d'emploi, le nombre d'échantillons d'essai peut être réduit, à condition que les essais soient effectués dans les conditions les plus sévères.

Pour les essais de court-circuit, d'établissement et de coupure, et de fonctionnement en service, les conditions sont estimées plus sévères si les conditions suivantes sont simultanément remplies:

- tension assignée d'emploi égale ou supérieure;
- courant d'essai égal ou supérieur;
- facteur de puissance égal ou inférieur;
- nombre de manœuvres égal ou supérieur.

- b) Les essais effectués à 50 Hz sont estimés couvrir les applications à 60 Hz et vice versa, avec les exceptions suivantes:

- l'essai d'échauffement selon 8.3.3.1 pour les dispositifs ayant un courant supérieur à 800 A;

NOTE Par accord entre le constructeur et l'utilisateur, les essais à 50 Hz peuvent être acceptés pour le fonctionnement à 60 Hz et vice versa pour les courants supérieurs à 800 A.

- l'échauffement et le fonctionnement en service des relais et des déclencheurs (voir 7.2.2 et 7.2.2.6 de l'IEC 60947-1). Les essais d'échauffement des bobines doivent être effectués pour chaque fréquence, mais pour une seule fréquence au cours de la séquence d'essais concernée, et si une alimentation séparée des bobines et des autres circuits est possible, il est permis que les autres circuits restent alimentés à 50 Hz.
- c) Les essais effectués sur des appareils tripolaires sont estimés couvrir aussi les appareils tétrapolaires avec un pôle neutre non commuté, à condition qu'un essai unipolaire sur le pôle neutre soit effectué conformément à 8.3.3.3.4 de l'IEC 60947-1.
Les essais effectués sur des appareils ayant quatre pôles commutés sont estimés couvrir aussi les appareils ayant trois pôles commutés, à condition que tous les pôles soient identiques et que les vitesses d'ouverture et de fermeture des contacts soient substantiellement les mêmes (seules les exigences de 7.1.9 concernant l'ouverture et la fermeture du pôle neutre sont applicables). Toutefois, les appareils ayant quatre pôles commutés doivent toujours être raccordés en triphasé (voir Figure 11 de l'IEC 60947-1).
- d) Essais effectués avec différents types de contacts de socle.
Lorsque des interrupteurs à fusibles, des sectionneurs à fusibles ou des interrupteurs-sectionneurs à fusibles sont conçus pour être fournis avec différents types de contacts de socle, les essais d'échauffement selon 8.3.3.1 doivent être effectués sur chaque type, au courant assigné maximal du fusible correspondant.
Le type ayant l'échauffement maximal parmi ceux dont le courant d'essai est maximal doit être utilisé pour les essais des séquences I, II et V.
La séquence IV doit être effectuée sur chaque type de contacts de socle dont les moyens de connexion des fusibles sont autres que des connexions boulonnées, au courant conditionnel de court-circuit assigné correspondant le plus élevé, et, s'il est différent, avec le type de fusible ayant l'énergie traversante maximale à la tension d'essai la plus élevée.
- e) Essais réalisés avec différentes conceptions de borne.
Lorsqu'un matériel est conçu pour être fourni avec différentes conceptions de borne, les exigences et les essais selon 8.3.3.1 et 8.2.4 de l'IEC 60947-1 doivent être réalisés sur chaque conception.
Lorsque le matériel a des bornes prévues pour être enfichées sur un jeu de barres, les essais conformément à 8.3.3.1, 8.3.5.1 ou 8.3.6.2.1 a), selon le cas, doivent être effectués. Une vérification de l'enfichage doit être faite. Le nombre de cycles de fonctionnement doit être de 50, le cycle allant de la position connectée à la position déconnectée et retour à la position connectée.
L'essai est considéré comme satisfaisant si les conditions de fonctionnement de l'appareil n'ont pas été détériorées.
- f) Les essais de 8.3.2.1.3, points d) et e) permettent de vérifier l'échauffement des bornes et des parties accessibles.
Si les limites d'échauffement des parties accessibles sont essayées selon 8.3.2.1.3 et satisfont au Tableau 3 de l'IEC 60947-1, il n'est pas nécessaire d'effectuer des essais supplémentaires sur ces parties selon 8.3.3.6.
Etant donné que l'objectif des essais 8.3.2.1.3, points d) et e) est de se placer dans le cas le plus défavorable, les valeurs du Tableau 2 de l'IEC 60947-1 ne s'appliquent pas.

8.3.2.2 Grandeurs d'essai

Le Paragraphe 8.3.2.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

8.3.2.3 Interprétation des résultats d'essais

Le comportement du matériel au cours des essais et son état après les essais sont spécifiés dans le paragraphe approprié.

8.3.2.4 Compte rendu d'essai

Le Paragraphe 8.3.2.4 de l'IEC 60947-1 s'applique.

8.3.3 Séquence d'essais I: caractéristiques générales de fonctionnement

Cette séquence d'essais s'applique aux types de matériels indiqués au Tableau 11 et comprend les essais figurant dans ce tableau.

8.3.3.1 Echauffement

Le Paragraphe 8.3.3.3 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants:

Au minimum, l'essai doit être mené au courant assigné d'emploi I_e . Au choix du fabricant, si I_{th} et/ou I_{the} sont supérieurs à I_e , on peut utiliser la valeur la plus élevée. Dans le cas d'une valeur AC-20 ou DC-20, l'essai d'échauffement doit être effectué à I_{th} , ou à I_{the} si le dispositif se trouve dans une enveloppe spécifiée.

Les combinés-fusibles doivent être munis d'éléments de remplacement dont le courant assigné est égal au courant thermique conventionnel du combiné.

L'élément de remplacement doit avoir une puissance dissipée ne dépassant pas la valeur maximale spécifiée par le constructeur du matériel.

NOTE 1 L'essai peut être effectué avec un élément de remplacement conventionnel d'essai de conception sensiblement analogue à celle de l'élément de remplacement normalisé et de même puissance dissipée.

Dans le cas d'essais effectués sur un fusible-interrupteur, un fusible-sectionneur ou un fusible-interrupteur-sectionneur, lorsque les lames des éléments de remplacement font partie des contacts de fermeture-coupure, l'élément de remplacement doit être utilisé.

NOTE 2 Pour un fusible-interrupteur ou un fusible-interrupteur-sectionneur, lorsque les lames de l'élément de remplacement font partie des contacts de fermeture-coupure, des éléments factices ou des conducteurs de cuivre ne peuvent pas remplacer les éléments de remplacement parce que les lames des éléments de remplacement s'usent. L'usure des lames des éléments de remplacement influence la vérification thermique conformément à 8.3.3.6.

Le compte rendu d'essai doit mentionner tous les renseignements utiles sur les éléments de remplacement utilisés pour l'essai, c'est-à-dire le nom et la référence du constructeur, le courant assigné, la puissance dissipée par l'élément de remplacement et le pouvoir de coupure. On admettra que l'essai de type effectué avec les éléments de remplacement spécifiés s'applique à l'utilisation de tout autre élément de remplacement ayant, pour le courant thermique conventionnel du combiné, une puissance dissipée inférieure ou égale à celle de l'élément de remplacement utilisé pour l'essai.

~~Dans le cas d'essais effectués sur un fusible-interrupteur ou un interrupteur-sectionneur à fusibles, les éléments de remplacement peuvent être remplacés par des liaisons en cuivre appropriées, de dimensions et de masse électriquement équivalentes à celles des éléments de remplacement recommandés par le constructeur.~~

Tableau 11 – Séquence d'essais I: caractéristiques générales de fonctionnement

Essais	N° de paragraphe	Echantillons ^c	Types de matériel et ordre des essais					
			Inter-rupteur	Fusible-inter-rupteur et inter-rupteur à fusibles	Sectionneur	Sectionneur à fusibles et fusible-sectionneur	Inter-rupteur-sectionneur	Inter-rupteur-sectionneur à fusibles et fusible-inter-rupteur-sectionneur
Echauffement ^{d, e}	8.3.3.1	A,B,C,F	1	1	1	1	1	1
Propriétés diélectriques ^d	8.3.3.2	A,C,F	2	2	2	2	2	2
Pouvoirs de fermeture et de coupure	8.3.3.3	A,D	3	3	a	a	3	3
Vérification diélectrique	8.3.3.4	A,D	4	4	a	a	4	4
Courant de fuite ^b	8.3.3.5	A,D	-	-	3	3	5	5
Vérification de l'échauffement	8.3.3.6	A,D	5	5	4	4	6	6
Robustesse du mécanisme de l'organe de commande	8.3.3.7	A,E	-	-	5	5	7	7

^a Cet essai n'est pas exigé pour les sectionneurs (AC-20 ou DC-20). Voir 4.3.5.2 et 4.3.5.3.

^b Cet essai n'est exigé que si U_e est supérieure à 50 V.

^c Seuls les essais marqués avec la même lettre doivent être effectués en séquence sur un échantillon donné: «A» est un échantillon de chaque conception de base, choisi parmi ceux dont le courant assigné I_e est le plus élevé, et, le cas échéant, ayant l'échauffement le plus élevé selon 8.3.2.1.3, point d).
Autres échantillons selon le cas:
«B» est un échantillon différent pour l'essai à 60 Hz, le cas échéant, conformément à 8.3.2.1.3, point b);
«C» sont des échantillons de chacune des autres conceptions de borne, essayés au courant assigné maximal correspondant;
«D» sont des échantillons pour vérifier toutes les combinaisons de U_e , I_e , caractéristiques en courant alternatif ou en courant continu, à soumettre aux essais (voir 8.3.2.1.3);
«E» est l'échantillon supplémentaire comme spécifié en 8.2.5.1 et qui peut être un des échantillons B, C ou D;
«F» sont des échantillons de chaque type de porte-fusible de combiné-fusibles selon 8.3.2.1.3, point d).

^d Peut être réalisé en dehors de la séquence, voir 8.3.1.

^e Applicable à 8.3.2.1.3 seulement.

8.3.3.2 Essai des propriétés diélectriques

Le Paragraphe 8.3.3.4.1, points 1), 2), 3), 7) et, si applicable, 8) de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Lorsque, en accord avec le constructeur, les appareils sont déconnectés pour l'essai conformément à 8.3.3.4.1, point 3) c) de l'IEC 60947-1, le rapport d'essai doit mentionner ces appareils.

Pour les matériels aptes au sectionnement (voir 3.3) ayant une tension d'emploi U_e supérieure à 50 V, le courant de fuite doit être mesuré à travers chaque pôle avec les contacts en position d'ouverture, à une tension d'essai égale à $1,1 U_e$ et ne doit pas dépasser 0,5 mA.

8.3.3.3 Pouvoirs de fermeture et de coupure

8.3.3.3.1 Valeurs et conditions d'essai

Le Paragraphe 8.3.3.5 de l'IEC 60947-1 s'applique aux matériels dotés d'un pôle neutre.

Le Paragraphe 7.2.4.1, Tableau 3, indique les valeurs d'essai, en fonction de la catégorie d'emploi.

Le nombre indiqué de cycles de manœuvres d'établissement-coupure doit être effectué avec un intervalle de temps de $30 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$ entre les cycles de fermeture et d'ouverture, sauf dans le cas des matériels de courant thermique conventionnel égal ou supérieur à 400 A pour lesquels cet intervalle de temps peut être augmenté par accord entre le constructeur et l'utilisateur et doit être précisé dans le compte rendu d'essai.

Pendant chaque cycle de manœuvres d'établissement-coupure, il suffit que le matériel reste dans la position de fermeture pendant une durée suffisamment longue pour permettre à la manœuvre électrique de s'effectuer pour que la valeur de courant à établir soit atteinte et pour que les pièces mobiles du matériel puissent atteindre leurs positions de repos. Après chaque cycle de manœuvres, la tension de rétablissement doit être maintenue pendant au moins 0,05 s.

Pour faciliter les essais des matériels de catégorie d'emploi AC-23A et AC-23B, les cycles de manœuvres d'établissement-coupure peuvent être remplacés, avec l'accord du constructeur par le nombre indiqué de cycles de manœuvres d'établissement à $10 I_e$ suivis du même nombre de cycles de manœuvres de coupure à $8 I_e$.

En courant alternatif, le facteur de puissance du circuit d'essai doit être déterminé comme indiqué en 8.3.4.1.3 de l'IEC 60947-1. Les valeurs doivent être conformes à celles du Tableau 3.

En courant continu, la constante de temps du circuit d'essai doit être déterminée comme indiqué en 8.3.4.1.4 de l'IEC 60947-1. Les valeurs doivent être conformes à celles du Tableau 3.

La tension d'essai doit être appliquée et la charge doit être reliée aux bornes appropriées du matériel. Pour un matériel dans lequel un contact mobile reste relié à l'une des bornes quand le matériel est dans la position d'ouverture, cet essai doit être répété en permutant les connexions d'alimentation et de charge, à moins que les bornes ne soient réellement marquées de façon distincte pour la charge et l'alimentation.

Dans le cas d'essais effectués sur un fusible-interrupteur ou un fusible-interrupteur-sectionneur, lorsque les lames des éléments de remplacement font partie des contacts de fermeture-coupure, l'élément de remplacement doit être utilisé.

NOTE Pour un fusible-interrupteur ou un fusible-interrupteur-sectionneur, lorsque les lames de l'élément de remplacement font partie des contacts de fermeture-coupure, des éléments factices ou des conducteurs de cuivre ne peuvent pas remplacer les éléments de remplacement parce que les lames des éléments de remplacement de ces appareils s'usent. L'usure des lames des éléments de remplacement influence la vérification thermique conformément à 8.3.3.6.

Les caractéristiques des éléments de remplacement utilisés pour l'essai, c'est à dire le nom du constructeur, la référence, le courant assigné, la puissance dissipée de l'élément de remplacement et le pouvoir de coupure, doivent être précisés dans le rapport d'essai.

Dans le cas d'essais effectués sur un interrupteur à fusibles ou un interrupteur-sectionneur à fusibles, les éléments de remplacement peuvent être remplacés par des liaisons en cuivre appropriées, de dimensions et de masse électriquement équivalentes à celles des éléments de remplacement recommandés par le constructeur.

8.3.3.3.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.3.5.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

8.3.3.3.3 Tension transitoire de rétablissement

Le Paragraphe 8.3.3.5.3 de l'IEC 60947-1 n'est applicable qu'aux catégories d'emploi AC-22 et AC-23. Pour les essais aux catégories d'emploi DC-22 et DC-23, la charge du circuit d'essai peut être remplacée par un moteur donnant lieu aux valeurs spécifiées de courant et de constante de temps, s'il y a accord entre le constructeur et l'utilisateur.

8.3.3.3.4 Disponible

8.3.3.3.5 Comportement du matériel pendant les essais de pouvoir de fermeture et de coupure

Le matériel doit se comporter, au cours des essais ci-dessus, de manière à ne pas mettre l'opérateur en danger ou endommager le matériel adjacent.

Il ne doit pas se produire d'arc permanent ou de décharge entre les pôles ou entre les pôles et le bâti, et le fusible du circuit de détection ne doit pas fondre.

Le matériel doit rester en état de fonctionnement mécanique. Une soudure des contacts, telle qu'elle empêche d'effectuer la manœuvre d'ouverture par les moyens normaux de manœuvre, n'est pas admise.

8.3.3.3.6 Etat du matériel après les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure

On doit vérifier, immédiatement après l'essai, que le matériel se ferme et s'ouvre de façon satisfaisante au cours d'une manœuvre de fermeture-ouverture à vide.

La force requise pour l'ouverture ne doit pas être supérieure à la force d'essai de 8.2.5.2 et du Tableau-8 17 de l'EC 60947-1.

On considère qu'une manœuvre de fermeture est satisfaisante si la manœuvre normale de la poignée sur sa course complète ferme suffisamment les contacts pour que le matériel puisse supporter son courant assigné d'emploi.

Après les essais, et sans entretien, le matériel doit répondre aux exigences de 8.3.3.4.

Les contacts doivent être dans un état leur permettant de supporter le courant assigné d'emploi sans entretien et doivent satisfaire à la vérification de l'échauffement de 8.3.3.6.

Si le matériel est apte au sectionnement, il doit également répondre aux exigences de 8.3.3.5 et de 8.3.3.7.

8.3.3.4 Vérification diélectrique

Après l'essai conforme à 8.3.3.3, un essai doit être effectué conformément à 8.3.3.4.1 4) de l'IEC 60947-1.

8.3.3.5 Courant de fuite

Cet essai n'est effectué que sur les matériels aptes au sectionnement de tension assignée d'emploi U_e supérieure à 50 V. Le courant de fuite **entre contacts ouverts** doit être vérifié ~~à chaque intervalle de contact et entre chaque borne et le bâti~~ de la façon suivante:

- a) sectionneur et interrupteur-sectionneur: entre bornes d'entrée et de sortie;
- b) sectionneur à fusibles, interrupteur-sectionneur à fusibles, fusible-sectionneur et fusible-interrupteur-sectionneur à coupure unique: entre bornes d'entrée et de sortie;
- c) sectionneur à fusibles, interrupteur-sectionneur à fusibles, fusible-sectionneur et fusible-interrupteur-sectionneur à coupure double: (i) entre les bornes d'entrée et les éléments de remplacement; (ii) entre les bornes de sortie et les éléments de remplacement; et (iii) entre bornes d'entrée et de sortie.

La valeur du courant de fuite, sous une tension d'essai égale à 1,1 fois la tension assignée d'emploi du matériel ne doit pas dépasser

- 0,5 mA par pôle pour les matériels de catégories d'emploi AC-20A, AC-20B, DC-20A ou DC-20B;
- 2 mA par pôle pour les matériels de toutes les autres catégories d'emploi.

8.3.3.6 Vérification de l'échauffement

Après les essais selon 8.3.3.3, l'échauffement des bornes et des parties accessibles doit être vérifié conformément à 8.3.3.1 sauf lorsqu'une catégorie d'emploi est assignée, auquel cas les essais sont réalisés au courant assigné d'emploi I_e du matériel soumis aux essais.

Les bornes et les parties accessibles ne doivent pas dépasser les valeurs limites indiquées au Tableau 12.

Tableau 12 – Limites d'échauffement des bornes et des parties accessibles

Description de l'organe ^a	Limites d'échauffement K
Bornes de raccordement à des connections extérieures	80
Organes de manœuvre manuels: – métalliques – non métalliques	25 35
Parties destinées à être touchées mais non tenues en mains: – métalliques – non métalliques	40 50
Parties qui ne demandent pas à être touchées en service normal: – métalliques – non métalliques	50 60
^a Aucune valeur n'est spécifiée pour les pièces autres que celles énumérées, mais aucun dommage ne doit être occasionné aux pièces voisines en matériau isolant.	

8.3.3.7 Robustesse du mécanisme de l'organe de commande

Le Paragraphe 8.2.5 s'applique au matériel apte au sectionnement.

8.3.4 Séquence d'essais II: aptitude au fonctionnement en service

Cette séquence d'essais s'applique aux types de matériels indiqués au Tableau 13 et comprend les essais figurant dans ce tableau.

Ceux-ci sont effectués pour vérifier la conformité aux dispositions de 7.2.4.2.

Tableau 13 – Séquence d'essais II: aptitude au fonctionnement en service

Essais	N° de paragraphe	Echantillons ^b	Types de matériel et ordre des essais					
			Inter-rupteur	Fusible-inter-rupteur et inter-rupteur à fusibles	Section-neur	Section-neur à fusibles et fusible-section-neur	Inter-rupteur-section-neur	Inter-rupteur-section-neur à fusibles et fusible-inter-rupteur-section-neur
Fonctionnement en service	8.3.4.1	A, B	1	1	1	1	1	1
Vérification diélectrique	8.3.4.2	A, B	2	2	2	2	2	2
Courant de fuite ^a	8.3.4.3	A, B	–	–	3	3	3	3
Vérification de l'échauffement	8.3.4.4	A, B	3	3	4	4	4	4

^a Cet essai n'est exigé que si U_e est supérieure à 50 V.

^b «A» est un échantillon de la conception de base, choisi parmi ceux dont le courant assigné I_e est le plus élevé, et le cas échéant, ayant l'échauffement le plus élevé selon 8.3.2.1 3d).
«B», le cas échéant, sont des échantillons pour vérifier toutes les combinaisons de U_e , I_e , caractéristiques en courant alternatif ou en courant continu, à soumettre aux essais.

8.3.4.1 Essai de fonctionnement en service

8.3.4.1.1 Valeurs et conditions d'essai

Les valeurs d'essai sont indiquées aux Tableaux 4 et 5, en fonction de la catégorie d'emploi.

L'intervalle de temps entre les cycles de manœuvres du Tableau 4 avec courant et ceux sans courant ainsi que l'ordre des séquences d'essais doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

Pendant chaque cycle de manœuvres d'établissement-coupure, il suffit que le matériel reste dans la position de fermeture pendant une durée suffisamment longue pour permettre à la manœuvre électrique de s'effectuer, pour que la valeur du courant à établir soit atteinte et pour que les pièces mobiles du matériel puissent atteindre leurs positions de repos. Après chaque cycle de manœuvres, la tension de rétablissement doit être maintenue pendant au moins 0,05 s.

En courant alternatif, le facteur de puissance du circuit d'essai doit être déterminé comme indiqué en 8.3.4.1.3 de l'IEC 60947-1. Les valeurs doivent être conformes à celles du Tableau 5.

En courant continu, la constante de temps du circuit d'essai doit être déterminée comme indiqué en 8.3.4.1.4 de l'IEC 60947-1. Les valeurs doivent être conformes au Tableau 5.

8.3.4.1.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.3.5.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

8.3.4.1.3 Tension transitoire de rétablissement

Il n'est pas nécessaire de régler la tension transitoire de rétablissement.

8.3.4.1.4 Surtensions de manœuvre

A l'étude.

8.3.4.1.5 Comportement du matériel pendant l'essai de fonctionnement en service

Le matériel doit se comporter, au cours des essais ci-dessus, de manière à ne pas mettre l'opérateur en danger ou endommager le matériel adjacent.

Il ne doit pas se produire d'arc permanent ou de claquage entre les pôles ou entre les pôles et le bâti, et le fusible du circuit de détection ne doit pas fondre.

Le matériel doit rester en état de fonctionnement mécanique. Une soudure des contacts, telle qu'elle empêche d'effectuer la manœuvre d'ouverture par les moyens de manœuvre normaux, n'est pas admise.

Une certaine usure du mécanisme et des contacts est admise, à condition que le matériel fonctionne correctement.

8.3.4.1.6 Etat du matériel après l'essai de fonctionnement en service

On doit vérifier, immédiatement après l'essai, que le matériel se ferme et s'ouvre de façon satisfaisante au cours d'une manœuvre de fermeture-ouverture à vide.

La force requise pour l'ouverture ne doit pas être supérieure à la force d'essai de 8.2.5.2 et du Tableau **8 17 de l'EC 60947-1**.

On considère qu'une manœuvre de fermeture est satisfaisante si la manœuvre normale de la poignée sur sa course complète ferme suffisamment les contacts pour que le matériel puisse supporter son courant assigné d'emploi.

Après les essais, et sans entretien, le matériel doit répondre aux exigences de 8.3.4.2.

Les contacts doivent être dans un état leur permettant de supporter le courant assigné d'emploi sans entretien et doivent satisfaire à la vérification d'échauffement de 8.3.4.4.

Si le matériel est apte au sectionnement, il doit répondre aux exigences de 8.3.4.3.

8.3.4.2 Vérification diélectrique

Le Paragraphe 8.3.3.4 s'applique.

8.3.4.3 Courant de fuite

Le Paragraphe 8.3.3.5 s'applique.

8.3.4.4 Vérification de l'échauffement

Le Paragraphe 8.3.3.6 s'applique.

8.3.5 Séquence d'essais III: aptitude au fonctionnement en court-circuit

Cette séquence d'essais s'applique aux types de matériel indiqués au Tableau 14 et comprend les essais figurant dans ce tableau.

Cette séquence d'essais n'est pas obligatoire si le constructeur n'a pas indiqué de valeur de pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (voir 8.3.5.2.1), et si la séquence d'essais IV (voir 8.3.6) est effectuée.

Ces essais sont effectués pour vérifier la conformité aux dispositions de 7.2.5.

Tableau 14 – Séquence d'essais III: aptitude au fonctionnement en court-circuit

Essais	N° de paragraphe	Echantillons ^d	Types de matériel et ordre des essais					
			Inter-rupteur	Fusible-inter-rupteur et inter-rupteur à fusibles	Section-neur	Section-neur à fusibles et fusible-section-neur	Inter-rupteur-section-neur	Inter-rupteur-section-neur à fusibles et fusible-inter-rupteur-section-neur
Courant de courte durée admissible	8.3.5.1	A	1		1		1	
Pouvoir de fermeture en court-circuit ^{a b}	8.3.5.2	A, B	2	Ne s'applique pas	–	Ne s'applique pas	2	Ne s'applique pas
Vérification diélectrique	8.3.5.3	A, B	3		2		3	
Courant de fuite ^c	8.3.5.4	A, B	–		3		4	
Vérification de l'échauffement	8.3.5.5	A, B	4		4		5	

^a La séquence d'essais III n'est pas obligatoire si la séquence d'essais IV est effectuée.

^b Les interrupteurs et les interrupteurs-sectionneurs n'ayant pas de pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (voir 2.1) doivent satisfaire aux dispositions de la séquence d'essais IV (voir Tableau 15).

^c Cet essai n'est exigé que si U_e est supérieure à 50 V.

^d «A» est un échantillon de chaque conception de base, choisi parmi ceux dont le courant I_{cw} est le plus élevé. «B», le cas échéant, sont des échantillons pour vérifier toutes les combinaisons de U_e , I_{cw} ou I_{cm} , caractéristiques en courant alternatif ou en courant continu, à soumettre aux essais.

8.3.5.1 Essai de tenue au courant de courte durée admissible

8.3.5.1.1 Grandeurs et conditions d'essais

Les conditions d'essais de 8.3.4.3 de l'IEC 60947-1 s'appliquent.

Le courant d'essai doit être le courant assigné de courte durée admissible déclaré conformément à 4.3.6.1.

8.3.5.1.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.4.1.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

En courant alternatif, le facteur de puissance du circuit d'essai doit être comme indiqué en 8.3.4.1.3 de l'IEC 60947-1.

En courant continu, la constante de temps du circuit d'essai doit être comme indiqué en 8.3.4.1.4 de l'IEC 60947-1.

8.3.5.1.3 Etalonnage du circuit d'essai

L'étalonnage du circuit d'essai est effectué en plaçant des connexions provisoires B d'impédance négligeable aussi près qu'il est possible de le faire des bornes destinées au raccordement du matériel en essai.

En courant alternatif, les résistances R_1 et les réactances X sont réglées de façon à obtenir, à la tension appliquée, un courant égal au courant assigné de courte durée admissible ainsi que le facteur de puissance indiqué en 8.3.4.1.3 de l'IEC 60947-1.

En courant continu, les résistances R_1 et les réactances X sont réglées de façon à obtenir, à la tension appliquée, un courant de valeur maximale égale au courant assigné de courte durée admissible ainsi que la constante de temps indiquée en 8.3.4.1.4 de l'IEC 60947-1.

8.3.5.1.4 Procédure d'essai

Les connexions temporaires B sont remplacées par le matériel en essai et le courant d'essai est appliqué pendant le temps spécifié, le matériel étant en position de fermeture.

8.3.5.1.5 Comportement du matériel au cours de l'essai

Le matériel doit se comporter, au cours de cet essai, de manière à ne pas mettre l'opérateur en danger ou endommager le matériel adjacent.

Il ne doit pas se produire d'arc permanent ou de claquage entre les pôles ou entre les pôles et le bâti, et le fusible du circuit de détection ne doit pas fondre.

Le matériel doit rester en état de fonctionnement mécanique. Une soudure des contacts, telle qu'elle empêche d'effectuer la manœuvre d'ouverture par les moyens de manœuvre normaux, n'est pas admise.

8.3.5.1.6 Etat du matériel après l'essai

On doit vérifier, immédiatement après l'essai, que le matériel se ferme et s'ouvre de façon satisfaisante au cours d'une manœuvre de fermeture-ouverture à vide.

La force requise pour l'ouverture ne doit pas être supérieure à la force d'essai de 8.2.5.2 et du Tableau-8 17 de l'EC 60947-1.

On considère qu'une manœuvre de fermeture est satisfaisante si la manœuvre normale de la poignée sur sa course complète ferme suffisamment les contacts pour que le matériel puisse supporter son courant assigné d'emploi.

Si le matériel est un interrupteur ou un interrupteur-sectionneur, il doit être soumis, après l'essai et sans entretien, à l'essai de pouvoir de fermeture en court-circuit, de 8.3.5.2, comme indiqué au Tableau 14.

Si le matériel est apte au sectionnement, il doit répondre, sans entretien, à la vérification diélectrique de 8.3.5.3.

Les contacts d'un sectionneur doivent être dans un état leur permettant de supporter sans entretien le courant assigné d'emploi et doivent satisfaire à la vérification d'échauffement de 8.3.5.5.

8.3.5.2 Essai de pouvoir de fermeture en court-circuit

8.3.5.2.1 Valeurs et conditions d'essai

L'essai doit être effectué sur le même matériel que pour l'essai de 8.3.5.1, sans aucun entretien.

Le courant d'essai doit être celui qui est assigné par le constructeur comme indiqué en 4.3.6.2.

8.3.5.2.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.5.1.2 s'applique.

8.3.5.2.3 Etalonnage du circuit d'essai

L'étalonnage du circuit d'essai est effectué en plaçant des connexions temporaires *B* d'impédance négligeable aussi près que possible des bornes destinées au raccordement du matériel en essai.

Suivant que le matériel a des caractéristiques assignées pour le courant alternatif ou pour le courant continu, l'étalonnage est effectué comme indiqué ci-après.

a) En courant alternatif:

Les essais doivent être effectués à la fréquence assignée du matériel.

Le courant présumé doit être appliqué pendant au moins 0,05 s et sa valeur est la valeur efficace déterminée d'après l'enregistrement d'étalonnage. Cette valeur doit être égale ou supérieure à la valeur spécifiée sur un pôle au moins.

La valeur moyenne de toutes les phases doit répondre aux tolérances de 8.3.2.2 de l'IEC 60947-1.

La valeur de crête la plus élevée du courant présumé au cours de son premier cycle ne doit pas être inférieure à *n* fois le courant assigné de court-circuit, la valeur de *n* étant celle figurant à la quatrième colonne du Tableau 16 de l'IEC 60947-1.

b) En courant continu:

Le courant doit être appliqué pendant le temps spécifié et sa valeur moyenne, déterminée d'après l'enregistrement, doit être au moins égale à la valeur spécifiée.

Si la station d'essai n'est pas en mesure d'effectuer ces essais en courant continu, ceux-ci peuvent être effectués en courant alternatif, s'il existe un accord entre le constructeur et l'utilisateur, et si des précautions convenables sont prises, par exemple, la valeur de crête du courant ne doit pas être supérieure au courant admissible.

Dans le cas d'un matériel ayant le même courant assigné en courant alternatif et en courant continu, l'essai en courant alternatif doit être considéré comme valable pour le courant continu.

8.3.5.2.4 Procédure d'essai

Les connexions temporaires *B* sont remplacées par le matériel en essai et le matériel doit effectuer deux manœuvres de fermeture, avec un intervalle d'environ 3 min entre ces manœuvres, sur une valeur de crête du courant présumé au moins égale au pouvoir assigné de fermeture en court-circuit du matériel. Le courant doit être maintenu pendant au moins 0,05 s.

Le mécanisme de fermeture doit être manœuvré de façon à simuler aussi fidèlement que possible les conditions de service.

8.3.5.2.5 Comportement du matériel au cours de l'essai

Le matériel doit se comporter, au cours des essais ci-dessus, de manière à ne pas mettre l'opérateur en danger ou endommager le matériel adjacent.

Il ne doit pas se produire d'arc permanent ou de claquage entre les pôles ou entre les pôles et le bâti, et le fusible de circuit de détection ne doit pas fondre.

Le matériel doit rester en état de fonctionnement mécanique. Une soudure des contacts telle qu'elle empêche d'effectuer la manœuvre d'ouverture par les moyens de manœuvre normaux n'est pas admise.

8.3.5.2.6 Etat du matériel après l'essai

On doit vérifier, immédiatement après l'essai, que le matériel s'ouvre et se ferme de façon satisfaisante au cours d'une manœuvre d'ouverture-fermeture à vide.

La force requise pour l'ouverture ne doit pas être supérieure à la force d'essai de 8.2.5.2 et du Tableau **8 17 de l'EC 60947-1**.

On considère qu'une manœuvre de fermeture est satisfaisante si la manœuvre normale de la poignée sur sa course complète ferme suffisamment les contacts pour que le matériel puisse supporter son courant assigné d'emploi.

Après l'essai, et sans entretien, le matériel doit satisfaire à la vérification diélectrique de 8.3.5.3.

Les contacts doivent être dans un état leur permettant de supporter sans entretien le courant assigné d'emploi le plus élevé et doivent satisfaire à la vérification de l'échauffement de 8.3.5.5.

8.3.5.3 Vérification diélectrique

Le Paragraphe 8.3.3.4 s'applique.

8.3.5.4 Courant de fuite

Le Paragraphe 8.3.3.5 s'applique, sauf que la valeur maximale du courant de fuite ne doit pas dépasser 2 mA par pôle pour toutes les catégories d'emploi.

8.3.5.5 Vérification de l'échauffement

Le Paragraphe 8.3.3.6 s'applique.

8.3.6 Séquence d'essais IV: courant de court-circuit conditionnel

Cette séquence d'essais s'applique aux types de matériels indiqués au Tableau 15 et comprend les essais figurant dans ce tableau.

Cette séquence d'essais n'est pas obligatoire si le constructeur n'a pas indiqué de valeur pour le courant assigné de court-circuit conditionnel et si la séquence d'essais III (voir 8.3.5) est effectuée.

Pour les interrupteurs, les sectionneurs et les interrupteurs-sectionneurs, le dispositif de protection contre les courts-circuit peut être un disjoncteur ou un fusible et doit être placé en aval du matériel en essai.

Le type du disjoncteur ou du fusible doit être celui qui est indiqué par le constructeur comme convenant au matériel.

Le compte rendu d'essai doit donner une description détaillée du dispositif de protection utilisé pour l'essai, c'est-à-dire, le nom du constructeur, la désignation du type, la tension assignée, le courant assigné et le pouvoir assigné de coupure en court-circuit.

On doit admettre que l'essai de type avec le dispositif de protection spécifié s'applique à l'utilisation de n'importe quel autre dispositif de protection dont les valeurs de l'intégrale de

Joule (I^2t) et du courant coupé limité, pour la tension assignée, le courant présumé et le facteur de puissance, ne dépassent pas les valeurs spécifiées pour le type de dispositif de protection utilisé pour l'essai.

Ces essais sont effectués pour vérifier la conformité aux dispositions de 7.2.5.

8.3.6.1 Tenue au court-circuit avec protection par disjoncteur

A l'étude.

8.3.6.2 Tenue au court-circuit avec protection par fusible

8.3.6.2.1 Grandeurs et conditions d'essai

Les éléments de remplacement doivent avoir le courant assigné maximal et le pouvoir assigné de coupure maximal que le constructeur estime convenables pour être employés avec le matériel.

Le constructeur du matériel doit fournir les éléments de remplacement (voir série IEC 60269) à utiliser pour l'essai. Les détails des éléments de remplacement utilisés doivent être consignés dans le rapport d'essai.

La tension d'essai à utiliser doit être égale à $1,05 U_e$, où U_e correspond à la tension d'emploi de l'appareil soumis à l'essai.

L'essai doit être effectué comme suit.

a) Essai de tenue

Un courant présumé correspondant au courant assigné de court-circuit conditionnel annoncé par le constructeur doit être appliqué au matériel en position de fermeture.

b) Essai d'établissement

Après l'essai de tenue du point a), tous les matériels conformément au Tableau 15 doivent être équipés d'éléments de remplacement neufs et fermés sur le courant assigné de court-circuit conditionnel.

Tableau 15 – Séquence d'essais IV: courant de court-circuit conditionnel

Essais	N° de paragraphe	Echantillons ^c	Types de matériel et ordre des essais					
			Inter-rupteur ^a	Fusible-inter-rupteur et inter-rupteur à fusibles	Sectionneur ^a	Sectionneur à fusibles et fusible-sectionneur	Inter-rupteur-sectionneur ^a	Inter-rupteur-sectionneur à fusibles et fusible-inter-rupteur-sectionneur
Tenue au court-circuit avec protection par fusible	8.3.6.2.1a)	A, B	1	1	1	1	1	1
Etablissement en court-circuit avec protection par fusible	8.3.6.2.1b)	A, B	2	2	–	–	2	2
Vérification diélectrique	8.3.6.3	A, B	3	3	2	2	3	3
Courant de fuite ^b	8.3.6.4	A, B	–	–	3	3	4	4
Vérification de l'échauffement	8.3.6.5	A, B	4	4	4	4	5	5
^a La séquence d'essais IV n'est pas obligatoire si la séquence d'essais III est effectuée (voir Tableau 14). ^b Cet essai n'est exigé que si U_e est supérieure à 50 V. ^c «A» est un échantillon de chaque conception de base, choisi parmi ceux dont le courant de court-circuit conditionnel est le plus élevé, ou le cas échéant, «A» sont des échantillons de chaque type au sens de 8.3.2.1.3d). «B», le cas échéant, sont des échantillons pour vérifier toutes les combinaisons de U_e , I_q , caractéristiques en courant alternatif ou en courant continu, à soumettre aux essais.								

8.3.6.2.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.5.1.2 s'applique.

8.3.6.2.3 Etalonnage du circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.5.2.3 s'applique.

8.3.6.2.4 Procédure d'essai

Pour les fusibles-interrupteurs, fusibles-sectionneurs et les fusibles-interrupteurs-sectionneurs, le mécanisme de fermeture doit être manœuvré selon 7.2.1.1.

Les connexions provisoires sont remplacées par le matériel en essai et le courant d'essai est appliqué conformément à 8.3.6.2.1.

La tension de rétablissement doit être maintenue pendant au moins 0,05 s après l'interruption du courant d'essai par le fusible.

8.3.6.2.5 Comportement du matériel au cours de l'essai

Le Paragraphe 8.3.5.2.5 s'applique.

8.3.6.2.6 Etat du matériel après l'essai

Le Paragraphe 8.3.5.2.6 s'applique.

8.3.6.3 Vérification diélectrique

Le Paragraphe 8.3.3.4 s'applique.

8.3.6.4 Courant de fuite

Le Paragraphe 8.3.5.4 s'applique.

8.3.6.5 Vérification de l'échauffement

Le Paragraphe 8.3.3.6 s'applique.

8.3.7 Séquence d'essais V: aptitude au fonctionnement en surcharge

Cette séquence d'essais s'applique aux types de matériels indiqués au Tableau 16 et comprend les essais figurant dans ce tableau.

8.3.7.1 Essai de surcharge

Le matériel doit d'abord être conditionné à la température de la pièce. Le courant d'essai est égal à $1,6 I_{the}$ ou $1,6 I_{th}$ pendant une période d'1 h ou jusqu'à ce qu'un ou plusieurs fusibles fondent. Si la durée est inférieure à 1 h, celle-ci doit être consignée dans le rapport d'essai.

Le constructeur du matériel doit fournir les éléments de remplacement (voir série IEC 60269) à utiliser pour l'essai. Les détails des éléments de remplacement utilisés doivent être consignés dans le rapport d'essai.

Le Paragraphe 8.3.3.1 s'applique sauf qu'aucune température ne doit être mesurée.

Dans les 3 min à 5 min qui suivent le fonctionnement du ou des fusibles ou à l'expiration de la période de 1 h, le matériel doit être manœuvré une fois, c'est-à-dire être ouvert et fermé. Le matériel ne doit pas avoir subi de dégradation nuisant à une telle manœuvre. La force pour ouvrir le matériel ne doit pas être supérieure à la force d'essai sur l'organe de commande de 8.2.5.2 et du Tableau-8 17 de l'EC 60947-1.

La durée de l'essai de surcharge doit être mesurée et indiquée dans le rapport d'essai.

8.3.7.2 Vérification diélectrique

Le Paragraphe 8.3.3.4 s'applique.

8.3.7.3 Courant de fuite

Le Paragraphe 8.3.3.5 s'applique.

8.3.7.4 Vérification de l'échauffement

Le Paragraphe 8.3.3.6 s'applique avec le complément suivant.

Les éléments de remplacement utilisés pendant l'essai de surcharge conformément à 8.3.7.1, doivent être remplacés par des éléments de remplacement neufs de même type et de mêmes caractéristiques assignées.

Tableau 16 – Séquence d'essais V: aptitude au fonctionnement en surcharge

Essais	N° de paragraphe	Echantillons ^b	Types de matériel et ordre des essais		
			Fusible-interrupteur et interrupteur à fusibles	Sectionneur à fusibles et fusible-sectionneur	Interrupteur-sectionneur à fusibles et fusible-interrupteur-sectionneur
Essai de surcharge	8.3.7.1	A	1	1	1
Vérification diélectrique	8.3.7.2	A	2	2	2
Courant de fuite ^a	8.3.7.3	A	–	3	3
Vérification de l'échauffement ^c	8.3.7.4	A	3	4	4

^a Cet essai n'est exigé que si U_e est supérieure à 50 V.

^b «A» est un échantillon de chaque conception de base, choisi parmi ceux dont le courant assigné I_e est le plus élevé, et le cas échéant, ayant l'échauffement le plus élevé selon 8.3.2.1.3 d).

^c Avec l'accord du constructeur, la séquence d'essais peut être modifiée de telle manière que l'essai de vérification de l'échauffement soit effectué immédiatement après l'essai de surcharge, suivi des essais de vérification diélectrique et du courant de fuite, le cas échéant.

8.4 Essais de compatibilité électromagnétique

Le Paragraphe 8.4 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Pendant les essais, le critère de comportement suivant s'applique:

- la séparation ou la fermeture des contacts non intentionnelle ne doit pas se produire.

8.4.1 Immunité

8.4.1.1 Matériels ne comprenant pas de circuits électroniques

Aucun essai n'est nécessaire (voir 7.3.2.1).

8.4.1.2 Matériels comprenant des circuits électroniques

Les exigences de 7.3.2.2 de l'IEC 60947-1 s'appliquent. Pour vérifier la conformité avec ces exigences, les essais contenus dans le Tableau 6 doivent être effectués.

8.4.2 Emission

8.4.2.1 Matériels ne comprenant pas de circuits électroniques

Aucun essai n'est nécessaire (voir 7.3.3.1).

8.4.2.2 Matériels comprenant des circuits électroniques

Les exigences de 7.3.3.2 s'appliquent. Les limites contenues dans le Tableau 7 doivent être vérifiées par des essais.

Les mesures doivent être faites dans le mode de fonctionnement, incluant les conditions de mise à la terre, produisant l'émission la plus élevée dans la bande de fréquences étudiée correspondant aux conditions normales de service (voir Article 6).

Chaque mesure doit être effectuée dans des conditions définies et reproductibles.

8.5 Essais spéciaux

La résistance à l'usure mécanique et/ou électrique est démontrée par l'essai de fonctionnement en service décrit en 8.3.4.1.

Lorsque des conditions anormales de service sont prévues (voir également la note de 7.2.4.3 de l'IEC 60947-1), les essais suivants peuvent être nécessaires.

8.5.1 Durabilité mécanique

L'essai de durabilité mécanique (voir 7.2.4.3 et 8.1.5), lorsqu'il est demandé, est effectué conformément aux exigences appropriées de 8.3.4.1, sauf que, pour les matériels aptes au sectionnement, la valeur maximale du courant de fuite ne doit pas dépasser 6 mA par pôle pour toutes les catégories d'emploi.

Le nombre total de cycles de manœuvres doit être conforme à ce qui est fixé par le constructeur.

8.5.2 Durabilité électrique

L'essai de durabilité électrique (voir 7.2.4.4 et 8.1.5), lorsqu'il est demandé, est effectué conformément aux exigences appropriées de 8.3.4.1, sauf que, pour les matériels aptes au sectionnement, la valeur maximale du courant de fuite ne doit pas dépasser 6 mA par pôle pour les catégories d'emploi AC-21, AC-22, AC-23, DC-21, DC-22 et DC-23.

Les matériels de catégories d'emploi AC-20A, AC-20B, DC-20A et DC-20B ne sont pas soumis à cet essai.

Le nombre total de cycles de manœuvres doit être celui déclaré par le constructeur.

Annexe A **(normative)**

Matériel pour la commande directe d'un seul moteur

A.1 Généralités

Les interrupteurs, les interrupteurs-sectionneurs et les combinés-fusibles normalement destinés à la commande directe d'un seul moteur doivent répondre aux exigences supplémentaires de la présente annexe. Ces exigences sont essentiellement les mêmes que celles des paragraphes correspondants de l'IEC 60947-4-1, et le matériel conforme à la présente annexe pourra porter sur sa plaque signalétique l'indication de la catégorie d'emploi correspondante selon le Tableau A.1.

A.2 Service assigné

Les services assignés supplémentaires considérés comme normaux sont les suivants.

A.2.1 Service intermittent périodique ou service intermittent

Le Paragraphe 4.3.4.3 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Suivant le nombre de cycles de manœuvres qu'ils doivent être capables d'effectuer par heure, les matériels sont répartis entre les diverses classes suivantes:

- classe 1: jusqu'à 1 cycle de manœuvres par heure;
- classe 3: jusqu'à 3 cycles de manœuvres par heure;
- classe 12: jusqu'à 12 cycles de manœuvres par heure;
- classe 30: jusqu'à 30 cycles de manœuvres par heure;
- classe 120: jusqu'à 120 cycles de manœuvres par heure.

A.2.2 Service temporaire

Le Paragraphe 4.3.4.4 de l'IEC 60947-1 s'applique.

A.3 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Un matériel est défini par ses pouvoirs de fermeture et ses pouvoirs de coupure, conformément aux catégories d'emploi, comme spécifié au Tableau A.2 (voir A.4).

A.4 Catégorie d'emploi

Les catégories d'emploi énumérées en A.2 sont considérées comme normales dans la présente annexe. Tout autre type de catégorie d'emploi doit être basé sur un accord entre le constructeur et l'utilisateur, mais les renseignements donnés dans le catalogue ou la soumission du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants et des tensions, exprimées en multiples du courant assigné d'emploi et de la tension assignée d'emploi, ainsi que par les facteurs de puissance ou les constantes de temps figurant au Tableau A.2 et les autres conditions d'essai intervenant dans les définitions des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure.

Tableau A.3 – Relation entre le courant coupé I_c et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

Courant coupé I_c	Durée de coupure
A	s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80
$800 < I_c \leq 1\,000$	100
$1\,000 < I_c \leq 1\,300$	140
$1\,300 < I_c \leq 1\,600$	180
$1\,600 < I_c$	240

Les valeurs de la durée de repos peuvent être réduites si elles sont acceptées par le constructeur.

A.5 Fonctionnement en service

Le Paragraphe 7.2.4.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Les matériels doivent pouvoir établir et couper, sans défaillance, les courants dans les conditions conventionnelles définies au Tableau A.4 pour les catégories d'emploi prescrites et le nombre de cycles de manœuvres indiqué dans ce tableau.

Tableau A.4 – Fonctionnement en service – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	Durée de passage du courant s^b	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-2	2,0	1,05	0,65	0,05	^c	6 000
AC-3	2,0	1,05	^a	0,05	^c	6 000
AC-4	6,0	1,05	^a	0,05	^c	6 000
			L/R ms			
DC-3	2,5	1,05	2,0	0,05	^c	6 000 ^d
DC-5	2,5	1,05	7,5	0,05	^c	6 000 ^d

I_c = courant établi et coupé. Le courant d'établissement est exprimé en valeurs symétriques, efficaces en courant alternatif, ou en courant continu, mais il est entendu que la valeur réelle est la valeur de crête correspondant au facteur de puissance du circuit.
 I_e = courant assigné d'emploi.
 U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu.
 U_e = tension assignée d'emploi.

^a $\cos \phi = 0,45$ pour $I_e \leq 100$ A, 0,35 pour $I_e > 100$ A.
^b La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.
^c Ces durées de repos ne doivent pas être supérieures aux valeurs du Tableau A.3.
^d 3 000 cycles de manœuvres à une polarité et 3 000 cycles de manœuvres à la polarité inverse.

A.6 Durabilité mécanique

Le Paragraphe 7.2.4.3.1 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Les nombres préférentiels de cycles de manœuvres à vide, exprimés en millions, sont

0,001 – 0,003 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 et 1.

Si aucune endurance mécanique n'est indiquée par le constructeur, une classe de service intermittent implique une endurance mécanique minimale correspondant à 8 000 h de fonctionnement à la plus grande fréquence de cycles de manœuvres correspondante.

A.7 Durabilité électrique

Le Paragraphe 7.2.4.3.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Le nombre total de cycles de manœuvres en charge doit être comme indiqué par le constructeur.

A.8 Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure

Voir 8.3.3.3, sauf que les grandeurs d'essai doivent être conformes aux Tableaux A.2 et A.3.

Avec l'accord du constructeur, les essais de A.8 et A.9 peuvent être effectués sur le même échantillon.

A.9 Essai de fonctionnement en service

Voir 8.3.4.1, sauf que les conditions d'essai doivent être conformes au Tableau A.4.

Avec l'accord du constructeur, les essais de A.8 et A.9 peuvent être effectués sur le même échantillon.

A.10 Essais spéciaux

La résistance à l'usure mécanique et/ou électrique est démontrée par l'essai de fonctionnement en service décrit à A.9.

Lorsque des conditions anormales de service sont prévues (voir également la note de 7.2.4.3 de l'IEC 60947-1), les essais suivants peuvent être nécessaires.

A.10.1 Essai de durabilité mécanique

A.10.1.1 Etat du matériel pour les essais

Le matériel doit être installé de la même façon qu'en service normal; en particulier, le raccordement des conducteurs doit être effectué de la même façon que celui qui doit être réalisé normalement.

Pendant l'essai, le circuit principal ne doit être ni sous tension ni traversé par un courant. Il est admis que le matériel puisse être graissé si le graissage est prescrit en service normal.

A.10.1.2 Conditions de manœuvre

Le matériel doit être manœuvré comme en service normal.

A.10.1.3 Modalités des essais

- a) Les essais sont effectués à la fréquence de manœuvres correspondant à la classe de service intermittent. Toutefois, si le constructeur estime que le matériel peut satisfaire aux conditions requises en adoptant une fréquence de manœuvres plus élevée, il a la faculté de le faire.
- b) Le nombre de cycles de manœuvres à effectuer ne doit pas être inférieur au nombre de cycles de manœuvres à vide spécifié par le constructeur.
- c) Après l'exécution de chaque dixième du nombre total de manœuvres, on pourra, avant de poursuivre l'essai
 - nettoyer sans démontage l'ensemble du matériel;
 - graisser les parties pour lesquelles le graissage est prescrit en service normal par le constructeur;
 - régler la course et la pression des contacts si la construction du matériel le permet.
- d) Ce travail d'entretien ne doit comporter aucun remplacement de pièces.

A.10.1.4 Résultats à obtenir

À la suite des essais de durabilité mécanique, le matériel doit être encore en état de satisfaire aux conditions normales de fonctionnement à la température du local. Les pièces utilisées pour le raccordement des conducteurs ne doivent pas être desserrées.

A.10.2 Essai de durabilité électrique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure électrique, un matériel est par convention caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge, correspondant aux différentes catégories d'emploi du Tableau A.5 qu'il est susceptible d'effectuer sans réparation ni remplacement de pièces.

Dans tous les cas, la cadence et le nombre des cycles de manœuvres doivent être choisis par le constructeur.

Les essais seront considérés comme satisfaisants si les valeurs figurant au compte rendu d'essai ne diffèrent des valeurs spécifiées que dans la limite des tolérances précisées en 8.3.2.2.2 de l'IEC 60947-1.

Les essais doivent être effectués, le matériel se trouvant dans les conditions de A.10.1.1 et de A.10.1.2 en utilisant, s'il y a lieu, les modalités d'essai de A.10.1.3 sauf que le remplacement des contacts n'est pas autorisé.

Après l'essai, le matériel doit satisfaire aux conditions de fonctionnement normal spécifiées en 8.3.3.2 et supporter une tension d'essai diélectrique égale à 2 fois la tension assignée d'emploi U_e , mais non inférieure à 1 000 V, appliquée seulement comme spécifié en 8.3.3.4.1, point 4) b), de l'IEC 60947-1.

Annexe B (informative)

Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur

NOTE Dans le cadre de la présente annexe

- le mot «accord» s'entend dans un sens très large;
- le mot «utilisateur» comprend les stations d'essai.

L'Annexe J de l'IEC 60947-1 est applicable en ce qui concerne les articles et les paragraphes de la présente partie, avec les compléments suivants.

Numéro d'article ou de paragraphe de la présente partie	Points
4.4	Commande de condensateurs ou de lampes à filament de tungstène
7.1.7.1 note	Verrouillage dans la position de fermeture pour des applications particulières
~~7.1.7.2~~	~~Durée de fonctionnement des contacts auxiliaires d'interverrouillage~~
7.2.4.2 et Tableau 4	Augmentation de la cadence de manœuvre pour la vérification du fonctionnement en service
8.3.3.3.1	Intervalle de temps supérieur à $30 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$ entre des cycles de fermeture et d'ouverture pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des matériels de $I_{th} > 400 \text{ A}$ Pour les catégories d'emploi AC-23A et AC-23B, vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure par cycles de manœuvres d'établissement à $10 I_e$ suivis du même nombre de cycles de manœuvres d'établissement-coupure à $8 I_e$
8.3.3.3.3	Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure pour les catégories d'emploi DC-22 et DC-23: remplacement de la charge du circuit d'essai par un moteur
8.3.5.2.3	Etalonnage en courant alternatif, du circuit d'essai de pouvoir de fermeture en court-circuit pour les matériels en courant continu
Annexe A A.4	Catégories d'emploi autres que celles du Tableau A.2
Tableau A.1	Commande des circuits rotoriques, des condensateurs ou des lampes à filament de tungstène
A.8	Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure
A.9	Essai de fonctionnement en service

Annexe C (normative)

Interrupteurs tripolaires à commande unipolaire

C.1 Généralités

Toutes les exigences de la présente partie sont applicables sauf lorsqu'elles sont modifiées par ce qui suit.

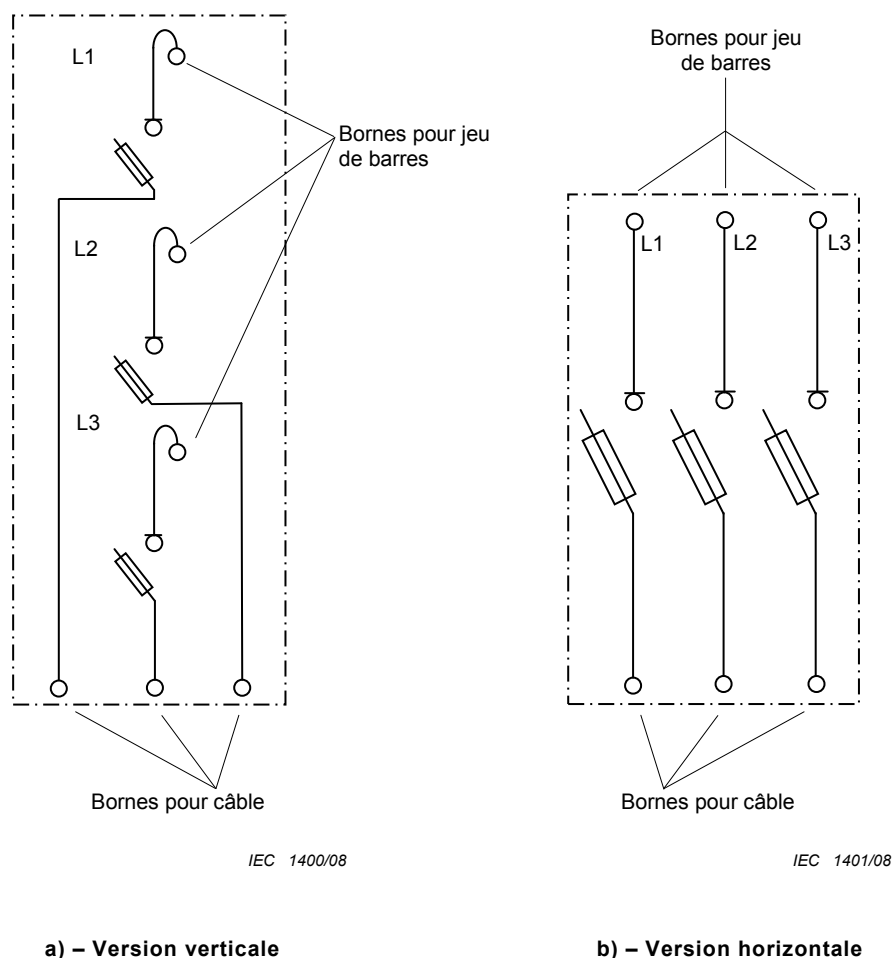
Les exigences d'essai selon la présente partie pour les vérifications des pouvoirs de fermeture et de coupure, du fonctionnement en service et de la tenue au court-circuit conditionnel, sont applicables aux appareils dont les pôles sont manœuvrés simultanément. Elles ne sont donc pas appropriées pour les interrupteurs triphasés manœuvrés pôle par pôle.

~~Si un interrupteur à commande tripolaire ayant fondamentalement la même conception a été soumis aux essais avec succès, il est jugé satisfaisant aux exigences de la présente annexe pour un appareil tripolaire manœuvré pôle par pôle.~~

Les caractéristiques importantes des interrupteurs triphasés manœuvrés pôle par pôle et appropriées pour les essais mentionnés ci-dessus sont les suivantes.

- Les trois pôles sont manœuvrés individuellement et sont positionnés de manière adjacente l'un à l'autre.
Les trois phases peuvent être typiquement situées l'une à côté de l'autre (version horizontale, voir Figure C.1 b)) ou l'une sous l'autre (version verticale, voir Figure C.1 a)).
- La séquence de fonctionnement des pôles est à la discrétion d'un opérateur qualifié.
- La conception des pôles individuels doit être fondamentalement la même.

La position de l'appareil soumis à l'essai doit être définie par le constructeur et être consignée dans le rapport d'essai.



IEC 1400/08

IEC 1401/08

Figure C.1 – Dispositions typiques

C.2 Essais

Lors d'essais sur des interrupteurs tripolaires à commande unipolaire, les séquences d'essais appropriées du Tableau 10 doivent être appliquées avec les essais identifiés suivants, modifiés conformément à C.3 :

- 8.3.3.3 Pouvoirs de fermeture et de coupure de la séquence d'essais I;
- 8.3.4.1 Fonctionnement en service de la séquence d'essais II;
- 8.3.6.2 Tenue au court-circuit avec protection par fusible. b) Etablissement de la séquence d'essais IV.

C.3 Installation d'essai et séquence

C.3.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure (8.3.3.3) et fonctionnement en service (8.3.4.1)

Essai 1: Avec L1 et L2 fermés, L3 est soumis au cycle de manœuvre fermeture-ouverture requis.

Essai 2: Avec L2 fermé et L3 ouvert, L1 est soumis au cycle de manœuvre fermeture-ouverture requis.

Tous les essais doivent être effectués avec un circuit d'essai triphasé conformément à la Figure 5 de l'IEC 60947-1.

C.3.2 Essai de court-circuit avec protection par fusible (8.3.6.2)

Pour l'essai d'établissement du fusible-interrupteur, l'essai suivant doit être effectué.

Avec L1 ouvert et L2 fermé, L3 est soumis au cycle de manœuvre d'établissement requis. L'essai doit être effectué avec un circuit d'essai triphasé conformément à la Figure 11 de l'IEC 60947-1.

C.4 Etat du matériel après les essais

Le matériel doit satisfaire aux dispositions appropriées de 8.3.3.3.6, 8.3.4.1.6 et 8.3.5.2.6.

C.5 Instructions d'utilisation

Le constructeur doit inclure dans la documentation du produit la déclaration suivante.

Ces appareils sont destinés aux systèmes de distribution de puissance lorsque la commutation et/ou le sectionnement d'une phase individuelle peut être nécessaire; ils ne doivent pas être utilisés pour la commutation du circuit primaire d'un matériel triphasé.

Annexe D **(normative)**

Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles destinés à une utilisation dans les applications c.c. photovoltaïques (PV)

D.1 Généralités

Pour répondre ne serait-ce qu'en partie au défi du développement durable, le nombre d'installations photovoltaïques (PV) est en augmentation. Ce développement tout récent dans la technologie photovoltaïque (PV) remet en question l'approche conventionnelle des sources d'énergie et des systèmes de distribution d'énergie, ainsi que leurs conditions d'emploi et leur environnement.

Les applications PV ont des caractéristiques particulières et nécessitent des équipements présentant des performances spécifiques. Ces exigences de performance sont indiquées dans la présente annexe pour les produits visés par l'IEC 60947-3.

NOTE L'abréviation "PV" (photovoltaïque) est utilisée dans la présente annexe.

Les dispositions de l'IEC 60947-3 sont applicables aux matériels spécifiés dans la présente annexe, s'ils ont été spécifiquement identifiés. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes de l'IEC 60947-3 ainsi applicables sont identifiés par leurs références particulières, comme par exemple "4.3.4.1", "Tableau 2" ou bien "Annexe A".

D.1.1 Domaine d'application et objet

La présente annexe s'applique aux interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles c.c., de valeur assignée égale ou inférieure à 1 500 V c.c., conçus pour être utilisés dans les systèmes photovoltaïques (PV) et appelés "interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV" dans ce qui suit.

Les interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles utilisés dans les systèmes PV sont soumis à des conditions électriques, environnementales et opérationnelles différentes des conditions générales dont il est question dans le corps de la présente norme. Les exigences ont donc été aménagées pour tenir compte de ces conditions d'utilisation.

L'objet de la présente annexe est de préciser:

- les exigences relatives aux interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV à utiliser sur le côté c.c. des applications PV;
- les essais permettant de vérifier que les performances du produit sont conformes aux applications PV et à la durée de vie attendue dans les conditions environnementales du système PV.

D.1.2 Références normatives

Le paragraphe 1.2 s'applique avec les ajouts suivants:

IEC 60068-2-14:2009, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 62208:2011, *Enveloppes vides destinées aux ensembles d'appareillages à basse tension – Règles générales*

D.2 Termes et définitions

L'Article 2 s'applique avec l'ajout suivant:

D.2.3 courant critique de charge

I_{crit}
valeur de courant coupé, dans la plage des conditions de service, à laquelle la durée d'arc est notablement étendue

Note 1 à l'article: Ce phénomène, essentiel dans les applications PV, est dû au champ magnétique de faible intensité provenant du courant d'arc, qui crée un arc en déplacement lent.

[SOURCE: IEC 60947-1:2007, 2.5.16, modifiée – addition de la Note 1 à l'article.]

D.3 Classification

L'Article 3 s'applique avec les modifications suivantes:

D.3.1 Suivant la catégorie d'emploi

Pour les applications PV, les catégories d'emploi données dans le Tableau 2 existant sont remplacées par DC-PV0, DC-PV1 ou DC-PV2 (voir Tableau D.1).

D.4 Caractéristiques

L'Article 4 s'applique avec les modifications suivantes:

D.4.3.5.1 Aptitude à supporter les courants de surcharge occasionnés par le démarrage de moteurs

Le Paragraphe 4.3.5.1 n'est pas applicable.

D.4.3.5.2 Pouvoir assigné de fermeture

Remplacer, dans le deuxième alinéa du 4.3.5.2, "Tableau 3" par "Tableau D.5".

D.4.3.5.3 Pouvoir assigné de coupure

Remplacer, dans le deuxième alinéa du 4.3.5.3, "Tableau 3" par "Tableau D.5".

D.4.3.6.1 Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw})

Le paragraphe 4.3.6.1 s'applique de la manière suivante:

Matériels avec catégorie d'emploi:

- a) DC-PV1: le courant assigné de courte durée admissible n'est pas applicable;
- b) DC-PV0 et DC-PV2: conformément à 4.3.6.1.

D.4.4 Catégorie d'emploi

Remplacer le texte existant du 4.4 par ce qui suit:

Les catégories d'emploi définissent l'application prévue et figurent au Tableau D.1.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants et des tensions, exprimées en multiples du courant assigné d'emploi et de la tension assignée d'emploi, ainsi que par la constante de temps du circuit. Les conditions d'établissement et de coupure données au Tableau D.5 correspondent à l'application indiquée au Tableau D.1.

Tableau D.1 – Catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Applications caractéristiques
DC-PV0	Ouverture et fermeture d'un circuit PV pour effectuer un sectionnement lorsqu'aucun courant ne circule.
DC-PV1	Connexion et déconnexion d'une ou plusieurs chaînes PV lorsqu'aucun courant inverse ni aucune surintensité importante ne sont susceptibles d'apparaître.
DC-PV2	Connexion et déconnexion de circuits PV lorsque des surintensités importantes peuvent être présentes ou lorsque le courant peut circuler dans les deux sens; par exemple, si plusieurs chaînes sont connectées en parallèle et raccordées au même onduleur, ou dans le cas d'une ou plusieurs chaînes avec une batterie.

D.5 Informations sur le matériel

L'Article 5 s'applique avec les modifications suivantes:

D.5.2 Marquage

Remplacer le dernier alinéa du 5.2.1 par le nouvel alinéa suivant:

Les appareils de catégorie d'emploi AC-20A, AC-20B, DC-20A, DC-20B et DC-PV0 doivent porter la mention «Ne pas manœuvrer en charge», à moins que l'appareil ne soit muni d'un verrouillage empêchant une telle manœuvre

Remplacer le point 5.2.2.c) existant par ce qui suit:

- a) courants assignés d'emploi (ou puissances assignées) avec la tension assignée d'emploi, et la catégorie d'emploi correspondantes (voir 4.3.1, 4.3.2 et D.4.4);

Ajouter à la liste existante de 5.2.2 le nouveau point h) suivant:

- h) Catégorie PV: "DC-PV0", "DC-PV1" ou "DC-PV2".

Ajouter à la liste existante du 5.2.4 les nouveaux points h), i), j) et k) suivants:

- h) schéma et méthode de branchement en série des pôles des dispositifs mécaniques de connexion pour chaque valeur opérationnelle;
- i) raccordement approprié au générateur PV et à sa charge, s'il y a lieu;
- j) polarités "+" et "-", s'il y a lieu;
- k) adapté à l'usage intérieur ou extérieur.

D.6 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'Article 6 s'applique avec les modifications suivantes:

La présente annexe couvre l'utilisation des interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV destinés à être utilisés dans les différents agencements de service détaillés dans le Tableau D.2.

Tableau D.2 – Agencements de service

Pas d'enveloppe	Interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV dépourvus d'enveloppe, qui ont une valeur de courant thermique conventionnel à l'air libre et qui sont adaptés pour être installés dans une armoire ou une enveloppe.
Sous enveloppe	Interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV sous enveloppe, qui ont une valeur de courant thermique conventionnel sous enveloppe et qui sont adaptés pour être installés en des emplacements situés à l'intérieur ou à l'extérieur.

D.6.1.1 Température de l'air ambiant

Remplacer 6.1.1 de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014, par ce qui suit:

La température de l'air ambiant ne dépasse pas les valeurs maximales et minimales données dans le Tableau D.3. La température ambiante moyenne journalière sur une période de 24 h ne dépasse pas 35 °C.

Tableau D.3 – Conditions environnementales

Classe environnementale	Température ambiante maximale sans déclassement	Température ambiante minimale	Commentaire
Pas d'enveloppe	+40 °C	–5 °C	Des indications sur le déclassement pour une température d'air ambiant plus élevée, jusqu'à 70 °C, peuvent être fournies. Des indications sur le fonctionnement à une température inférieure à –5 °C peuvent également être fournies
Sous enveloppe – Intérieur	+40 °C	–5 °C	Conditions normales de service à l'intérieur selon l'Article 6.
Sous enveloppe – Extérieur	+40 °C (sans effets solaires)	–25 °C	La valeur s'applique lorsque le matériel sous enveloppe est soumis à un rayonnement solaire de 1,2 kW/m ² et à la température ambiante maximale. Des indications peuvent être fournies sur le déclassement des matériels sous enveloppe à installer dans des emplacements de température ambiante maximale plus élevée et/ou de température ambiante minimale plus basse

La température de l'air ambiant est celle qui existe au voisinage du matériel s'il est fourni sans enveloppe, ou au voisinage de l'enveloppe s'il est fourni avec une enveloppe.

D.7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

L'Article 7 s'applique avec l'ajout suivant:

Les enveloppes doivent satisfaire à l'IEC 62208.

D.7.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite

Le Paragraphe 7.1.4 de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014, s'applique avec la modification suivante:

La tension de choc assignée minimale doit être conforme aux indications du Tableau D.4.

D.7.1.12 Degrés de protection du matériel sous enveloppe

Le Paragraphe 7.1.12 de l'IEC 60947-1:2007, est applicable avec l'ajout suivant:

Le degré de protection offert par l'enveloppe contre le contact avec des parties actives, la pénétration de corps solides étrangers ou d'eau, indiqué par le code IP selon l'Annexe C de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, doit être déclaré par le fabricant. Pour le matériel d'intérieur sous enveloppe et d'extérieur sous enveloppe, cette valeur ne doit pas être inférieure à IP2X ou IP33, respectivement.

D.7.2.3 Propriétés diélectriques

Le Paragraphe 7.2.3 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, s'applique avec les modifications suivantes:

Les interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV doivent avoir une tension de tenue aux chocs assignée correspondant aux indications du Tableau D.4.

NOTE Pour les circuits PV, on suppose qu'ils appartiennent à la catégorie de surtensions II, et les valeurs de tension de tenue aux chocs assignées au circuit PV sont basées sur la tension du système PV, avec une tension de choc minimale de 2,5 kV.

Tableau D.4 – Niveaux de tenue aux chocs assignés pour les interrupteurs PV, les sectionneurs PV, les interrupteurs sectionneurs PV ou les combinés fusibles PV

Valeur maximale de la tension assignée d'emploi c.c. V	Tension de tenue aux chocs utilisée dans le matériel PV c.c. kV
300	2,5
600	4,0
1 000	6,0
1 500	8,0

NOTE 1 Les interpolations ne sont pas autorisées dans les circuits principaux.

NOTE 2 Ces valeurs sont basées sur les exigences de l'IEC 60364-7-712 pour la catégorie de surtension II telle qu'elle est définie dans l'IEC 60664-1 et dans le IEC/TR 60664-2-1:2011, Annexe D.

NOTE 3 L'application des parafoudres est de la responsabilité du concepteur de l'ensemble/de l'installation.

D.7.2.4.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Remplacer 7.2.4.1 par ce qui suit:

Les interrupteurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV doivent être capables de couper tout courant de valeur égale ou inférieure à leurs pouvoirs d'établissement ou de coupure assignés. La conformité à ces exigences est vérifiée au moyen des essais de 8.3.3, modifiés par D.8.3.3.3.1.

Les pouvoirs d'établissement et de coupure assignés sont indiqués en fonction de la tension assignée d'emploi, du courant assigné d'emploi et de la catégorie d'emploi PV, conformément au Tableau D.5.

Les conditions d'essai sont spécifiées en D.8.3.3.3.1.

Pour les interrupteurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV de catégorie d'utilisation DC-PV1, l'alimentation d'essai doit être raccordée d'après les marquages des bornes (générateur, charge, "+" et "-"). Pour le matériel de catégorie d'utilisation DC-PV2, une séquence d'essais doit être effectuée sur un échantillon, avec l'alimentation d'essai et la charge reliées aux pôles principaux, selon ce qui est le plus pratique. À moins que le fabricant

ne puisse démontrer que le système de contacts et l'agencement de contrôle d'arc sont symétriques pour ce qui est de l'intensité dans chaque pôle, la séquence doit ensuite être répétée sur un nouvel échantillon, après inversion des bornes d'alimentation et de charge.

Tableau D.5 – Vérification des pouvoirs d'établissement et de coupure assignés (voir 8.3.3.3) – Conditions d'établissement et de coupure correspondant à la catégorie c.c.-PV

Catégorie d'emploi	Établissement et coupure			Nombre de cycles de manœuvres ^a
	I/I_e and I_c/I_e	U/U_e	L/R ms	
DC-PV0	–	–	–	
DC-PV1	1,5	1,05	1	5
DC-PV2	4	1,05	1	5

^a Une manœuvre de commutation sans courant entre chaque manœuvre de fermeture et de coupure est autorisée, à condition que cela ne change pas l'intervalle de temps entre les manœuvres requises défini en D.8.3.3.1.

D.7.2.4.2 Fonctionnement en service

Remplacer 7.2.4.2 par ce qui suit:

Les essais concernant la vérification du fonctionnement en service d'un matériel sont destinés à vérifier que ce matériel est à même d'établir et de couper sans défaillance tout courant inférieur au courant assigné, y compris le courant critique de charge. La conformité aux exigences de fonctionnement en service est vérifiée au moyen des essais de 8.3.4, modifiés par D.8.3.4.1.1.

NOTE Les exigences relatives au fonctionnement au courant critique de charge sont traitées séparément en D.7.2.8.

Le nombre de cycles de manœuvres et les paramètres de circuit d'essai pour les essais de fonctionnement en service suivant les diverses catégories d'emploi sont donnés dans le Tableau D.6 et le Tableau D.7.

Les conditions d'essai sont spécifiées en D.8.3.4.1.1.

Pour les interrupteurs PV, les sectionneurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV de catégorie d'utilisation DC-PV1, l'alimentation d'essai doit être raccordée selon les marquages des bornes (générateur, charge, "+" et "-"). Pour le matériel de catégorie d'utilisation DC-PV2, une séquence d'essais doit être effectuée sur un échantillon, avec l'alimentation d'essai et la charge reliées aux pôles principaux, selon ce qui est le plus pratique. À moins que le fabricant ne puisse démontrer que le système de contacts et l'agencement de contrôle d'arc sont symétriques pour ce qui est de l'intensité dans chaque pôle, la séquence doit ensuite être répétée sur un nouvel échantillon, après inversion des bornes d'alimentation et de charge.

Tableau D.6 – Nombre de cycles de manœuvres

Courant assigné d'emploi I_e A	Nombre de cycles de manœuvres par heure	Nombre de cycles de manœuvres ^a		
		Sans courant	Avec courant ^c	Total ^d
$I_n \leq 100$	120	9 700	300	10 000
$100 < I_n \leq 315$	120	7 800	200	8 000
$315 < I_n \leq 630$	60	4 800	200	5 000
$630 < I_n \leq 2 500$	20	2 900	100	3 000
$2 500 < I_n$	10	1 900	100	2 000

a Au choix du fabricant, on peut augmenter le nombre de cycles de manœuvres avec courant, le nombre total de cycles de manœuvres restant inchangé.

b La colonne 2 donne la cadence minimale de fonctionnement. On peut augmenter cette cadence de fonctionnement avec l'agrément du fabricant; dans ce cas, la cadence utilisée doit être indiquée dans le rapport d'essai.

c Durant chaque cycle de manœuvre, les interrupteurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV doivent rester fermés suffisamment longtemps pour garantir l'établissement du courant complet, mais sans dépasser 2 s.

d Les sectionneurs PV doivent satisfaire au nombre de cycles de manœuvres de la colonne "Total" sans courant.

Tableau D.7 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau D.6

Catégories d'emploi	Établissement et coupure		
	I/I_e et I_c/I_e	U/U_e	L/R ms
DC-PV1	1	1	1
DC-PV2	1	1	1

Légende

I courant établi

I_c courant coupé

I_e courant assigné d'emploi

U tension appliquée

U_e tension assignée d'emploi

D.7.2.4.4 Durabilité électrique

Le Paragraphe 7.2.4.3.2 de l'IEC 60947-1:2007, s'applique. Les conditions d'essai sont spécifiées en D.8.5.2.

D.7.2.8 Fonctionnement au courant critique de charge

Les circuits principaux d'un matériel doivent être capables d'établir et de couper son courant critique de charge selon D.8.3.8, comme permet de le vérifier la séquence d'essais VI.

D.8 Essais

L'Article 8 s'applique avec les modifications suivantes:

D.8.3.1 Séquences d'essais

Le Paragraphe 8.3.1 s'applique avec l'ajout suivant:

Ajouter au Tableau 10 existant les nouvelles séquences suivantes énumérées dans le nouveau Tableau D.8:

Tableau D.8 – Schéma d'ensemble des séquences d'essais (complément)

Séquences	Essai
Fonctionnement au courant critique de charge (voir D.8.3.8)	Essai de courant critique de charge Vérification diélectrique Courant de fuite ^a Vérification de l'échauffement
Cycle thermique (voir D.8.3.9)	Essai de cycles thermiques Vérification de l'échauffement Fonctionnement mécanique Vérification diélectrique
Climatique (voir D.8.3.10)	Essais climatiques Vérification de l'échauffement
Vérification de l'échauffement avec effets solaires – Appareils extérieurs sous enveloppe uniquement (voir D.8.3.11)	Vérification de l'échauffement avec effets solaires simulés
Vérification de la tenue des matériaux isolants à la chaleur anormale et au feu (voir D.8.3.12)	Essai au fil incandescent
Degré de protection – appareils sous enveloppe uniquement (voir D.8.3.13)	Essai IP
Distances d'isolement et lignes de fuite (voir D.8.3.14)	Mesure des distances d'isolement et des lignes de fuite
CEM (voir D.8.4)	Essai relatif à la CEM
a Exigé seulement pour les matériels aptes au sectionnement de tension assignée supérieure à 50 V.	

D.8.3.2 Conditions générales d'essai

D.8.3.2.1 Exigences générales

Le Paragraphe 8.3.2.1 s'applique avec l'ajout suivant:

Pour tous les essais, le branchement des pôles des interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV doit être conforme aux instructions d'installation du fabricant.

D.8.3.3.3.1 Valeurs et conditions d'essai

Le Paragraphe 8.3.3.3.1 s'applique avec les modifications suivantes:

Remplacer toutes les références au "Tableau 3" par "Tableau D.5".

Le paragraphe 8.3.3.3.1, septième alinéa n'est pas applicable.

D.8.3.4.1.1 Valeurs et conditions d'essai

Le Paragraphe 8.3.4.1.1 s'applique avec les modifications suivantes:

Remplacer toutes les références au "Tableau 4" et au "Tableau 5" existants par "Tableau D.6" et "Tableau D.7", respectivement.

D.8.3.5.1.2 Circuit d'essai

Remplacer 8.3.5.1.2 par ce qui suit:

Le Paragraphe 8.3.4.1.2 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, s'applique.

La constante de temps du circuit d'essai doit être de 1 ms.

Au choix du fabricant, on peut utiliser une valeur de constante de temps plus élevée. Dans ce cas, il convient de l'indiquer dans le rapport d'essai.

D.8.3.6.2.2 Circuit d'essai

Remplacer le 8.3.6.2.2 par ce qui suit:

Le Paragraphe D.8.3.5.1.2 s'applique.

D.8.3.7.1 Essai de surcharge

Le Paragraphe 8.3.7.1 s'applique avec les modifications suivantes:

Remplacer le premier alinéa existant par ce qui suit:

Le matériel doit d'abord être conditionné à la température de la pièce. Le courant d'essai est égal à $1,45 \times I_{the}$ ou $1,45 \times I_{th}$ pendant une période de 1 h ou jusqu'à ce qu'un ou plusieurs éléments de remplacement gPV fondent.

Si la durée est inférieure à la période spécifiée, cette durée doit être consignée dans le rapport d'essai.

D.8.3.8 Séquence d'essais VI: fonctionnement au courant critique de charge

D.8.3.8.1 Détermination du courant critique de charge

D.8.3.8.1.1 Grandeurs et conditions d'essai

Cet essai ne s'applique pas aux sectionneurs PV, aux fusibles-sectionneurs PV et aux sectionneurs à fusibles PV

L'essai doit être effectué à la tension assignée d'emploi U_e préconisée par le fabricant aux interrupteurs PV, aux interrupteurs-sectionneurs PV et aux combinés-fusibles PV.

La constante de temps du circuit d'essai doit être de 1 ms.

Au choix du fabricant, on peut utiliser une valeur de constante de temps plus élevée. Il convient d'utiliser la même valeur de constante de temps pour chacun des essais effectués pour déterminer le courant critique de charge. Dans ce cas, il convient de l'indiquer dans le rapport d'essai.

Les interrupteurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV doivent être ouverts 7 fois, manuellement ou mécaniquement au choix du fabricant, à chacun des courants d'essai: 4 A, 8 A, 16 A, 32 A et 63 A, et des paliers de deux fois le courant précédent jusqu'à ce qu'une durée d'arc maximale soit déterminée, sans dépasser le courant assigné d'emploi. Si le temps d'extinction ne présente pas de crête avec des temps plus courts de chaque côté, à l'intérieur de la plage des courants d'essai, il n'y a pas de courant critique de charge. Si un maximum de durée d'arc se présente, il se situe au courant critique de charge. Les courants d'essai doivent se situer à la valeur sélectionnée $\pm 10\%$. Au choix du fabricant, on peut effectuer l'essai à chaque valeur de courant sur un nouvel échantillon.

Durant chaque cycle, les interrupteurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV doivent rester fermés suffisamment longtemps pour garantir l'établissement du courant complet, mais sans dépasser 2 s.

Le nombre de cycles de manœuvres par heure doit être conforme aux indications du Tableau D.6.

Dans le cas d'un matériel de catégorie DC-PV1, toutes les manœuvres doivent être effectuées avec l'alimentation branchée selon les marquages du générateur et de la charge. Les essais sur les matériels conformes à DC-PV2 doivent être effectués:

- a) avec l'alimentation branchée sur les bornes de la façon déterminée par le fabricant, si celui-ci démontre que le matériel possède un système de contacts et un agencement de contrôle d'arc symétriques pour ce qui est de l'intensité dans chaque pôle; ou
- b) avec les quatre premières opérations effectuées avec l'alimentation branchée dans un sens, suivies de trois opérations dans le sens opposé sur le même échantillon, si le matériel n'a pas de système de contacts et d'agencement de contrôle d'arc symétriques pour ce qui est de l'intensité dans chaque pôle.

D.8.3.8.1.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.4.1.2 s'applique.

D.8.3.8.1.3 Courant critique de charge

Le temps d'extinction de l'arc durant l'essai doit être enregistré et ne doit pas dépasser 1 s.

Lorsque toutes les manœuvres sont effectuées avec un courant qui ne circule que dans un seul sens, on calcule pour chaque valeur de courant d'essai le temps d'extinction moyen pour les six dernières manœuvres. Lorsque toutes les manœuvres sont effectuées avec un courant qui circule dans les deux sens, la moyenne des trois dernières manœuvres dans chaque sens doit être calculée. I_{crit} est le courant correspondant au temps d'extinction moyen maximal. Si aucun courant critique de charge n'est identifié au-dessous du courant assigné d'emploi, l'essai de fonctionnement au courant critique de charge peut ne pas être effectué.

D.8.3.8.2 Fonctionnement au courant critique de charge

L'essai peut être effectué sur un échantillon séparé. Cette séquence d'essais est identique à la séquence d'essais II, mais le Tableau 4 et le Tableau 5 existants sont remplacés par le nouveau Tableau D.9 et le nouveau Tableau D.10, respectivement. L'alimentation d'essai doit être branchée selon les marquages du générateur – charge et polarité s'il y a lieu. Pour les interrupteurs dans lesquels le courant circule dans les deux sens, l'alimentation doit être branchée de façon à donner la plus grande durée d'arc au courant critique de charge, comme indiqué en D.8.3.8.1.3.

Tableau D.9 – Nombre de cycles de manœuvres correspondant au courant critique de charge

Catégorie	Valeur assignée du produit A	Nombre de cycles de manœuvres par heure	Nombre de cycles de manœuvres à I_{crit}
DC-PV1 et DC-PV2	$I_e \leq 315$	120	100
	$315 < I_e \leq 630$	60	100
	$630 < I_e \leq 2\,500$	20	100
	$I_e < 2\,500$	10	100

Tableau D.10 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau D.9

Catégorie d'emploi	Courant assigné d'emploi	Établissement et coupure		
		I	U/U_e	L/R ms
DC-PV1 et DC-PV2	Toutes valeurs	I_{crit}	1,05	1

D.8.3.9 Essai de cycles thermiques

Les interrupteurs PV, les sectionneurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV, y compris leur enveloppe s'il y a lieu, doivent être soumis à l'essai de cycles de température selon l'IEC 60068-2-14, essai Nb, comprenant 50 cycles, chaque cycle consistant en 1 h à -40 °C suivie de 1 h à $+85\text{ °C}$. Il convient que l'essai soit réalisé lorsque le produit est en position fermée. La vitesse de changement de température doit être de 1 K/min. Au bout des 50 cycles, les matériels doivent être remis à une température ambiante de $25 \pm 5\text{ °C}$ pendant au moins 3 h.

Le matériel doit ensuite être soumis à

- un examen visuel pour vérifier que les différentes parties n'ont pas subi de déformation ou de dommages susceptibles d'affecter le fonctionnement normal et la fonction de protection,
- une opération d'ouverture et de fermeture pour confirmer le bon fonctionnement mécanique,
- l'essai d'échauffement de 8.3.3.6,
- l'essai diélectrique selon 8.3.3.4.

Le nombre d'échantillons doit être conforme aux exigences du Tableau 11 de la présente norme pour la séquence d'essais I.

D.8.3.10 Essai climatique

Les interrupteurs PV, les sectionneurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV doivent être soumis aux essais climatiques de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014, Annexe Q, catégorie B: environnement soumis à la température et à l'humidité, mais l'essai de chaleur sèche et l'essai à basse température ne sont pas exigés, car on considère qu'ils sont couverts par l'essai de cycles thermiques ci-dessus.

La vérification des produits durant et après l'essai doit satisfaire aux exigences appropriées de 8.3.3.6.

Le nombre d'échantillons doit être conforme aux exigences du Tableau 11 de la présente norme pour la séquence d'essais I. Au choix du fabricant, on peut combiner cet essai avec l'essai de cycles thermiques et l'effectuer sur les mêmes échantillons.

D.8.3.11 Vérification de l'échauffement avec effets solaires – Appareils extérieurs uniquement

Ces essais s'appliquent seulement aux appareils sous enveloppe. L'essai doit être réalisé selon 8.3.3.1, en y ajoutant les effets solaires additionnels suivants.

On part du principe que les effets solaires les plus défavorables pour l'ensemble ont lieu en milieu de matinée ou en milieu d'après-midi, lorsque le dessus, l'arrière ou l'avant et un côté adjacent de l'appareil sont soumis au rayonnement solaire. À ce moment-là, le rayonnement solaire maximal est réduit d'environ 10 %.

Pendant la durée de l'essai d'échauffement, des lampes de rayonnement calorifique doivent être utilisées pour simuler les effets du rayonnement solaire sur le dessus, l'avant ou l'arrière et un côté adjacent de l'échantillon d'essai. Ces lampes doivent être disposées de telle façon que le rayonnement solaire moyen reçu par l'échantillon soumis à essai, perpendiculairement à la surface étudiée, soit de:

Sur le dessus	$[0,9 \times 1,2/\sqrt{2}] = 0,76 \text{ kW/m}^2$
Sur l'avant ou l'arrière	$[0,9 \times 1,2/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0,54 \text{ kW/m}^2$
Sur le côté	$[0,9 \times 1,2/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0,54 \text{ kW/m}^2$

Un pyranomètre doit être utilisé pour mesurer le niveau simulé de rayonnement solaire.

Le moyen de détection de température d'air ambiant doit être positionné de façon à ne pas être affecté par le rayonnement et/ou se trouver à distance suffisante des lampes de rayonnement calorifique.

Le niveau moyen de rayonnement sur chacune des surfaces exposées doit être consigné dans le rapport d'essai.

Quand l'essai est terminé, l'échauffement ne doit pas dépasser 80 K sur les bornes pour les connexions externes, en supposant une température ambiante à l'ombre maximale de 40 °C. Aucune autre valeur n'est spécifiée, mais aucun dommage ne doit être causé aux parties adjacentes des matériaux isolants.

Il convient que les opérateurs notent que les températures des parties externes exposées au rayonnement solaire peuvent être élevées, et il convient que des précautions soient prises s'il est nécessaire de les toucher.

D.8.3.12 Vérification de la tenue des matériaux isolants à la chaleur anormale et au feu

Les matériaux isolants doivent satisfaire aux exigences de l'essai au fil incandescent selon 8.2.1.1.1 de l'IEC 60947-1:2007.

D.8.3.13 Degré de protection – Matériel sous enveloppe

Des essais de protection contre les pénétrations (IP) doivent être effectués sur le matériel sous enveloppe selon l'Annexe C de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, pour confirmer que le degré de protection déclaré par le fabricant a été atteint.

D.8.3.14 Distances d'isolement et lignes de fuite

Les distances d'isolement et lignes de fuite doivent être mesurées pour confirmer la conformité à D.7.1.4 (voir à l'Annexe G de l'IEC 60947-1:2007 les lignes directrices sur la mesure des distances d'isolement et lignes de fuite).

D.8.4 Essais de compatibilité électromagnétique

La compatibilité électromagnétique doit être vérifiée selon 8.4.

D.8.5.2 Durabilité électrique

Remplacer 8.5.2 par ce qui suit:

L'essai de durabilité électrique (voir D.7.2.4.4 et 8.1.5), lorsqu'il est exigé, est effectué conformément aux exigences appropriées de 8.3.4.1, modifiées par D.8.3.4.1.1, sauf que pour les matériels aptes au sectionnement, la valeur maximale du courant de fuite ne doit pas dépasser 2 mA par pôle pour les catégories d'emploi DC-PV1 et DC-PV2.

Le nombre total de cycles de manœuvres doit être déclaré par le constructeur.

Bibliographie

IEC 60364-7-712:2002, *Installations électriques des bâtiments – Partie 7-712: Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Alimentations photovoltaïques solaires (PV)*

IEC 60447:2004, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de manœuvre*

IEC 60617-DB², *Symboles graphiques pour schémas*

IEC 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC TR 60664-2-1:2011, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 2-1: Guide d'application – Explication de l'application de la série CEI 60664, exemples de dimensionnement et d'essais diélectriques*

² «DB» réfère à la base de données en ligne de l'IEC.

FINAL VERSION

VERSION FINALE

**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination
units**

**Appareillage à basse tension –
Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-
fusibles**

CONTENTS

FOREWORD	4
1 General	6
1.1 Scope and object	6
1.2 Normative references	7
2 Terms, definitions and index of terms	8
2.1 General	8
2.2 Alphabetical index of terms	8
2.3 Terms and definitions	8
2.4 Summary of the equipment types	11
3 Classification	12
3.1 According to the utilization category	12
3.2 According to the method of operation of manually operated equipment	12
3.3 According to suitability for isolation	13
3.4 According to the degree of protection provided	13
4 Characteristics	13
4.1 Summary of characteristics	13
4.2 Type of equipment	13
4.3 Rated and limiting values for the main circuit	13
4.4 Utilization category	15
4.5 Control circuits	16
4.6 Auxiliary circuits	16
4.7 Relays and releases	16
4.8 Co-ordination with short circuit protective devices (SCPD)	16
5 Product information	16
5.1 Nature of information	16
5.2 Marking	17
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	18
6 Normal service, mounting and transport conditions	18
7 Constructional and performance requirements	18
7.1 Constructional requirements	18
7.2 Performance requirements	19
7.3 Electromagnetic compatibility	22
8 Tests	24
8.1 Kind of tests	24
8.2 Type tests for constructional requirements	25
8.3 Performance	26
8.4 Electromagnetic compatibility tests	43
8.5 Special tests	44
Annex A (normative) Equipment for direct switching of a single motor	45
Annex B (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user	51
Annex C (normative) Single pole operated three pole switches	52
Annex D (normative) Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units for use in photovoltaic (PV) d.c. applications	55
Bibliography	67

Figure C.1 – Typical arrangements	53
Table 1 – Summary of equipment definitions	12
Table 2 – Utilization categories.....	16
Table 3 – Verification of rated making and breaking capacities (see 8.3.3.3) – Conditions for making and breaking corresponding to the various utilization categories	20
Table 4 – Verification of operational performance – Number of operating cycles corresponding to the rated operational current.....	21
Table 5 – Test circuit parameters for Table 4.....	21
Table 6 – Immunity tests	23
Table 7 – Emission limits.....	23
Table 9 – List of type tests applicable to a given equipment	26
Table 10 – Overall scheme of test sequences.....	27
Table 11 – Test sequence I: general performance characteristics	31
Table 12 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts.....	34
Table 13 – Test sequence II: operational performance capability	34
Table 14 – Test sequence III: short-circuit performance capability	36
Table 15 – Test sequence IV: conditional short-circuit current.....	41
Table 16 – Test sequence V: overload performance capability	43
Table A.1 – Utilization categories	46
Table A.2 – Rated making and breaking capacity conditions corresponding to several utilization categories	46
Table A.3 – Relationship between current broken I_C and off-time for the verification of the rated making and breaking capacities	47
Table A.4 – Operational performance – Conditions for making and breaking corresponding to several utilization categories.....	47
Table A.5 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to several utilization categories	50
Table D.1 – Utilization categories	57
Table D.2 – Service arrangements	57
Table D.3 – Environmental conditions.....	58
Table D.4 – Rated impulse withstand levels for PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors or PV fuse-combination units.....	59
Table D.5 – Verification of rated making and breaking capacities (see 8.3.3.3) – Conditions for making and breaking corresponding to the DC-PV category.....	59
Table D.6 – Number of operating cycles	60
Table D.7 – Test circuit parameters for Table D.6.....	60
Table D.8 – Overall scheme of test sequences (addition).....	61
Table D.9 – Number of operating cycles corresponding to the critical load current.....	64
Table D.10 – Test circuit parameters for Table D.9.....	64

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors
and fuse-combination units**

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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60947-3 bears the edition number 3.2. It consists of the third edition (2008-08) [documents 17B/1601/FDIS and 17B/1608/RVD], its amendment 1 (2012-02) [documents 17B/1758/FDIS and 17B/1763/RVD] and its amendment 2 (2015-07) [documents 121A/42/FDIS and 121A/46/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendments.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendments 1 and 2. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 60947-3 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

The document 17B/1601/FDIS, circulated to the National Committees as amendment 3, led to the publication of the new edition.

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

- alignment with the fifth edition of IEC 60947-1;
- a switching operation without current allowed between making and breaking operation (Table 3);
- increased number of operations for AC-23 allowed with agreement of the manufacturer (Table 3);
- simplified test procedure amended, f) added to 8.3.2.1.3;
- temperature rise test shall be made at the rated operational current I_e instead of the conventional enclosed thermal current I_{the} (8.3.3.1).

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

A list of all parts of the IEC 60947 series can be found, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear*, on the IEC website.

This part is to be used in conjunction with IEC 60947-1. The numbering of the subclauses is sometimes not continuous because it is based on IEC 60947-1.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigenda 1 (September 2012) and 2 (November 2013) have been included in this copy.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units

1 General

The provisions of the general rules dealt with in IEC 60947-1 are applicable to this part, where specifically called for. Clauses and subclauses, tables, figures and appendices of the general rules thus applicable are identified by reference IEC 60947-1, e.g., 4.3.4.1 of IEC 60947-1, Table 4 of IEC 60947-1, or Annex A of IEC 60947-1.

1.1 Scope and object

This part of IEC 60947 applies to switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units to be used in distribution circuits and motor circuits of which the rated voltage does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

The manufacturer shall specify the type, ratings and characteristics according to the relevant standard of any incorporated fuses.

This part does not apply to equipment coming within the scope of IEC 60947-2, IEC 60947-4-1 and IEC 60947-5-1; however, when switches and fuse-combination units coming into the scope of this part are normally used to start, accelerate and/or stop an individual motor they shall also comply with the additional requirements given in Annex A.

The requirements for single pole operated three pole switches are included in Annex C.

Auxiliary switches fitted to equipment within the scope of this part shall comply with the requirements of IEC 60947-5-1.

This part does not include the additional requirements necessary for electrical apparatus for explosive gas atmospheres.

NOTE 1 Depending on its design, a switch (or disconnector) can be referred to as "a rotary switch (disconnector)", "cam-operated switch (disconnector)", "knife-switch (disconnector)", etc.

NOTE 2 In this part, the word "switch" also applies to the apparatus referred to in French as "commutateurs", intended to modify the connections between several circuits and *inter alia* to substitute a part of a circuit for another.

NOTE 3 In general, throughout this part switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units will be referred to as "equipment".

The object of this part is to state

- a) the characteristics of the equipment;
- b) the conditions with which the equipment shall comply with reference to
 - 1) operation and behaviour in normal service;
 - 2) operation and behaviour in case of specified abnormal conditions, e.g. short circuit;
 - 3) dielectric properties;
- c) the tests for confirming that these conditions have been met and the methods to be adopted for these tests;

- d) the information to be marked on the equipment or made available by the manufacturer, e.g. in the catalogue.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*
IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

IEC 60269 (all parts), *Low-voltage fuses*

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60417-DB:2002¹, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*
IEC 60947-1:2007/AMD1:2010
IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

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 60947-4-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*
IEC 60947-4-1:2009/AMD1:2012

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*
IEC 60947-5-1:2003/AMD1:2009

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

¹ “DB” refers to the IEC on-line database.

CISPR 11: 2009, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
CISPR 11:2009/AMD1:2010

CISPR 22:2008, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

2 Terms, definitions and index of terms

2.1 General

For the purposes of document, the terms and definitions given in IEC 60050-441 and IEC 60947-1 as well as the following apply.

2.2 Alphabetical index of terms

	Reference
D	
Disconnecter.....	2.3.1
Disconnecter-fuse.....	2.3.5
Disconnecter-fuse single opening.....	2.3.5.1
Disconnecter-fuse double opening.....	2.3.5.2
F	
Fuse-combination unit.....	2.3.2
Fuse-disconnector.....	2.3.6
Fuse-disconnector single opening.....	2.3.6.1
Fuse-disconnector double opening.....	2.3.6.2
Fuse-switch.....	2.3.4
Fuse-switch single opening.....	2.3.4.1
Fuse-switch double opening.....	2.3.4.2
Fuse-switch-disconnector.....	2.3.8
Fuse-switch-disconnector single opening.....	2.3.8.1
Fuse-switch-disconnector double opening.....	2.3.8.2
S	
Semi-independent manual operation.....	2.3.10
Single pole operated three pole device.....	2.3.9
Switch-disconnector-fuse.....	2.3.7
Switch-disconnector-fuse single opening.....	2.3.7.1
Switch-disconnector-fuse double opening.....	2.3.7.2
Switch-fuse.....	2.3.3
Switch-fuse single opening.....	2.3.3.1
Switch-fuse double opening.....	2.3.3.2

2.3 Terms and definitions

2.3.1

disconnecter

mechanical switching device which, in the open position, complies with the requirements specified for the isolating function

Note 1 to entry: A disconnecter is capable of opening and closing a circuit when either a negligible current is broken or made, or when no significant change in the voltage across the terminals of each of the poles of the disconnecter occurs. It is also capable of carrying currents under normal circuit conditions and carrying, for a specified time, currents under abnormal conditions such as those of short-circuit.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-05, modified – reference to isolating function instead of isolating distance]

2.3.2

fuse-combination unit

combination of a mechanical switching device and one or more fuses in a composite unit, assembled by the manufacturer or in accordance with his instructions

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-04]

2.3.3

switch-fuse

switch in which one or more poles have a fuse in series in a composite unit

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-14]

2.3.3.1

switch-fuse single opening

switch-fuse which provides an interruption in the circuit on one side of the fuse-link only

Note 1 to entry: With this arrangement safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.3.2

switch-fuse double opening

switch-fuse which provides an interruption in the circuit on both sides of the fuse-link

Note 1 to entry: With this arrangement safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.4

fuse-switch

switch in which a fuse-link or a fuse-carrier with fuse-link forms the moving contact

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-17]

2.3.4.1

fuse-switch single opening

fuse-switch which provides an interruption in the circuit on one side of the fuse-link only

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.4.2

fuse-switch double opening

fuse-switch which provides an interruption in the circuit on both sides of the fuse-link

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.5

disconnecter-fuse

disconnecter in which one or more poles have a fuse in series in a composite unit

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-15]

2.3.5.1

disconnecter-fuse single opening

disconnecter-fuse which provides an opening in the circuit on at least one side of the fuse-link, that satisfies the requirements specified for the isolating function

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.5.2

disconnecter-fuse double opening

disconnecter-fuse which provides an opening in the circuit that satisfies the requirements specified for the isolating function on both sides of the fuse-link

2.3.6

fuse-disconnector

disconnecter in which a fuse-link or fuse-carrier with fuse-link forms the moving contact

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-18]

2.3.6.1

fuse-disconnector single opening

fuse-disconnector which provides an opening in the circuit on at least one side of the fuse-link that satisfies the requirements specified for the isolating function

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.6.2

fuse-disconnector double opening

fuse-disconnector which provides an opening in the circuit, that satisfies the requirements specified for the isolating function, on both sides of the fuse-link

2.3.7

switch-disconnector-fuse

switch-disconnector in which one or more poles have a fuse in series in a composite unit

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-16]

2.3.7.1

switch-disconnector-fuse single opening

switch-disconnector-fuse which provides an interruption in the circuit on at least one side of the fuse-link that satisfies the requirements specified for the isolating function

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.7.2

switch-disconnector-fuse double opening

switch-disconnector-fuse which provides an interruption in the circuit on both sides of the fuse-link that satisfies the requirements specified for the isolating function

2.3.8

fuse-switch-disconnector

switch-disconnector in which a fuse-link or a fuse-carrier with fuse-link forms the moving contact

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-19]

2.3.8.1

fuse-switch-disconnector single opening

fuse-switch-disconnector which provides an interruption in the circuit on at least one side of the fuse-link that satisfies the requirements specified for the isolating function

Note 1 to entry: With this arrangement, safety precautions may be necessary when removing fuse-links.

2.3.8.2

fuse-switch-disconnector double opening

fuse-switch-disconnector which provides an interruption in the circuit on both sides of the fuse-link that satisfies the requirements specified for the isolating function

2.3.9

single pole operated three pole device

mechanical unit consisting of three individually operable single pole switches and/or disconnecting units according to this part, rated as a complete unit for use in a three-phase system

Note 1 to entry: These mechanical units are intended for power distribution systems where switching and/or isolation of an individual phase may be necessary and they should not be used for the switching of the primary circuit of three-phase equipment.

2.3.10

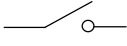
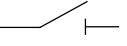
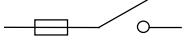
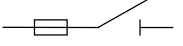
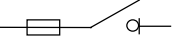
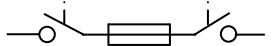
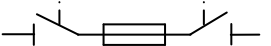
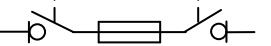
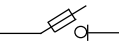
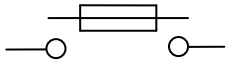
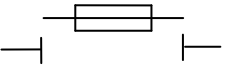
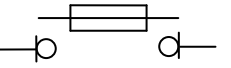
semi-independent manual operation

operation solely by means of directly applied manual energy such that the manual force is increased up to a threshold value beyond which the independent switching operation is achieved unless deliberately delayed by the operator

2.4 Summary of the equipment types

A summary of equipment definitions and relevant diagrams is given in Table 1.

Table 1 – Summary of equipment definitions

Functions		
Making and breaking current	Isolating	Making, breaking and isolating
Switch 	Disconnecter 	Switch-disconnector 
Fuse-combination units		
Switch-fuse single opening^a 	Disconnecter-fuse single opening^a 	Switch-disconnector-fuse single opening^a 
Switch-fuse double opening^b 	Disconnecter-fuse double opening 	Switch-disconnector-fuse double opening^b 
Fuse-switch single opening^a 	Fuse-disconnector single opening^a 	Fuse-switch-disconnector single opening^a 
Fuse-switch double opening^b 	Fuse-disconnector double opening 	Fuse-switch-disconnector double opening^b 
NOTE Equipment shown as single opening may comprise multiple openings in series.		
^a The fuse may be on either side of the contacts of the equipment. ^b Depending on the design, breaking may take place on one or both sides of the fuse-link.		

3 Classification

3.1 According to the utilization category

See 4.4.

3.2 According to the method of operation of manually operated equipment

- dependent manual operation (see 2.4.12 of IEC 60947-1);
- independent manual operation (see 2.4.15 of IEC 60947-1);
- semi-independent manual operation (see 2.3.10).

NOTE The method of operation on closing may be different from the method for opening.

3.3 According to suitability for isolation

- suitable for isolation (see 7.1.7 of IEC 60947-1 and 7.1.7.1);
- not suitable for isolation.

3.4 According to the degree of protection provided

See 7.1.12 of IEC 60947-1.

4 Characteristics

4.1 Summary of characteristics

The characteristics of the equipment shall be stated in terms of the following as applicable:

- type of equipment (see 4.2);
- rated and limiting values for the main circuit (see 4.3);
- utilization category (see 4.4);
- control circuits (see 4.5);
- auxiliary circuits (see 4.6);

4.2 Type of equipment

The following information shall be stated.

- number of poles;
- kind of current (a.c. or d.c.);
- in the case of a.c., number of phases and rated frequency;
- number of positions of the main contacts (if more than two);
- breaking arrangement for fused devices (single opening or double opening).

4.3 Rated and limiting values for the main circuit

Rated values are assigned by the manufacturer. They shall be stated in accordance with 4.3.1 to 4.3.6.4 but it may not be necessary to establish all the rated values listed.

4.3.1 Rated voltages

An equipment is defined by the following rated voltages.

4.3.1.1 Rated operational voltage (U_e)

Subclause 4.3.1.1 of IEC 60947-1 applies.

4.3.1.2 Rated insulation voltage (U_i)

Subclause 4.3.1.2 of IEC 60947-1 applies.

4.3.1.3 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Subclause 4.3.1.3 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2 Currents

An equipment is defined by the following currents.

4.3.2.1 Conventional free air thermal current (I_{th})

Subclause 4.3.2.1 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2.2 Conventional enclosed thermal current (I_{the})

Subclause 4.3.2.2 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2.3 Rated operational currents (I_e) (or rated operational powers)

Subclause 4.3.2.3 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2.4 Rated uninterrupted current (I_u)

Subclause 4.3.2.4 of IEC 60947-1 applies.

4.3.3 Rated frequency

Subclause 4.3.3 of IEC 60947-1 applies.

4.3.4 Rated duty

The rated duties considered as normal are as follows.

4.3.4.1 Eight-hour duty

Subclause 4.3.4.1 of IEC 60947-1 applies.

4.3.4.2 Uninterrupted duty

Subclause 4.3.4.2 of IEC 60947-1 applies.

4.3.5 Normal load and overload characteristics

4.3.5.1 Ability to withstand motor switching overload currents

See Annex A.

4.3.5.2 Rated making capacity

Subclause 4.3.5.2 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

The rated making capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current and to the utilization category according to Table 3.

Not applicable to AC-20 or DC-20 equipment.

4.3.5.3 Rated breaking capacity

Subclause 4.3.5.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

The rated breaking capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current and to the utilization category according to Table 3.

Not applicable to AC-20 or DC-20 equipment.

4.3.6 Short-circuit characteristics

4.3.6.1 Rated short-time withstand current (I_{cw})

The rated short-time withstand current of a switch, a disconnecter or a switch-disconnector is the value of short-time withstand current, assigned by the manufacturer, that the equipment can carry without any damage under the test conditions of 8.3.5.1.

The value of the rated short-time withstand current shall be not less than twelve times the maximum rated operational current and, unless otherwise stated by the manufacturer, the duration of the current shall be 1 s.

For a.c., the value of the current is the r.m.s. value of the a.c. component and it is assumed that the highest peak value likely to occur does not exceed n times this r.m.s. value, the factor n being given by Table 16 of IEC 60947-1.

4.3.6.2 Rated short-circuit making capacity (I_{cm})

Subclause 4.3.6.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

NOTE I_{cm} is not applicable to fused devices.

4.3.6.3 Vacant

4.3.6.4 Rated conditional short-circuit current

Subclause 4.3.6.4 of IEC 60947-1 applies.

4.4 Utilization category

The utilization categories define the intended applications and are given in Table 2.

Each utilization category is characterized by the values of the currents and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and the rated operational voltage, as well as the power-factors or time-constants of the circuit. The conditions for making and breaking given in Table 3 correspond in principle to the applications listed in Table 2.

The designation of utilization categories is completed by the suffix A or B according to whether the intended applications require frequent or infrequent operations (see Table 4).

Utilization categories with suffix B are appropriate for devices which, due to design or application, are only intended for infrequent operation. This could apply, for example, to disconnectors normally only operated to provide isolation for maintenance work or switching devices where the fuse-link blade forms the moving contact.

The distinction between frequent and infrequent operation is based on the manufacturer's rated operation and the number of operating cycles used as a test criterion in Table 4.

For a particular rated operational current I_e , a device will be designated for frequent use (category A) if the manufacturer's rated operating life is more than the number of operating cycles indicated in columns 3, 4 or 5 of Table 4.

Table 2 – Utilization categories

Nature of current	Utilization categories		Typical applications
	Category A	Category B	
Alternating current	AC-20A ^a	AC-20B ^a	– Connecting and disconnecting under no-load conditions
	AC-21A	AC-21B	– Switching of resistive loads including moderate overloads
	AC-22A	AC-22B	– Switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads
	AC-23A	AC-23B	– Switching of motor loads or other highly inductive loads
Direct current	DC-20A ^a	DC-20B ^a	– Connecting and disconnecting under no-load conditions
	DC-21A	DC-21B	– Switching of resistive loads including moderate overloads
	DC-22A	DC-22B	– Switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads (e.g. shunt motors)
	DC-23A	DC-23B	– Switching of highly inductive loads (e.g. series motors)
^a The use of these utilization categories is not permitted in the USA.			

Category AC-23 includes occasional switching of individual motors. The switching of capacitors or of tungsten filament lamps shall be subject to agreement between manufacturer and user.

The utilization categories referred to in Tables 2 and 3 do not apply to an equipment normally used to start, accelerate and/or stop individual motors. The utilization categories for such an equipment are dealt with in Annex A.

4.5 Control circuits

Subclause 4.5 of IEC 60947-1 applies.

4.6 Auxiliary circuits

Subclause 4.6 of IEC 60947-1 applies.

4.7 Relays and releases

Subclause 4.7 of IEC 60947-1 applies.

4.8 Co-ordination with short circuit protective devices (SCPD)

Subclause 4.8 of IEC 60947-1 applies.

5 Product information

5.1 Nature of information

Subclause 5.1 of IEC 60947-1 applies as appropriate for a particular design.

5.2 Marking

5.2.1 Each equipment shall be marked in a durable and legible manner with the following data.

The markings for a), b) and c) below shall be on the equipment itself or on a name-plate or name-plates attached to the equipment, and shall be located at a place such that they are legible from the front after mounting the equipment in accordance with the manufacturer's instructions.

- a) Indication of the open and closed position. The open and closed position shall be respectively indicated by the graphical symbols 60417-IEC-5007 and 60417-IEC-5008 of IEC 60417-2 (see 7.1.6.1 of IEC 60947-1).
- b) Suitability for isolation.
The appropriate symbols of Table 1 shall be used.
- c) Additional marking for disconnectors.

Devices of utilization category AC-20A, AC-20B, DC-20A and DC-20B shall be marked "Do not operate under load", unless the device is interlocked to prevent such operation.

NOTE Symbols of the various types of equipment are given in Table 1.

5.2.2 The following data shall also be marked on the equipment but need not be visible from the front when the equipment is mounted:

- a) manufacturer's name or trade mark;
- b) type designation or serial number;
- c) rated operational currents (or rated powers) with the corresponding rated operational voltage and utilization category (see 4.3.1, 4.3.2 and 4.4);
- d) value (or range) of the rated frequency or the indication "d.c." (or the symbol 
- e) for fuse-combination units, the fuse characteristics and maximum rated current and the maximum power loss of the fuse-link;
- f) IEC 60947-3, if the manufacturer claims compliance with this part;
- g) degree of protection of enclosed equipment (see Annex C of IEC 60947-1).

5.2.3 The following terminals shall be identified:

- a) line and load terminals unless the connection is immaterial (see 8.3.3.3.1);
- b) neutral pole terminal, if applicable, by the letter "N" (see 7.1.8.4 of IEC 60947-1);
- c) protective earth terminal (see 7.1.10.3 of IEC 60947-1).

5.2.4 The following data shall be made available in the manufacturer's published information:

- a) rated insulation voltage;
- b) rated impulse withstand voltage for equipment suitable for isolation or when determined;
- c) pollution degree, if different from 3;
- d) rated duty;
- e) rated short-time withstand current and duration, where applicable;
- f) rated short-circuit making capacity, where applicable;
- g) rated conditional short-circuit current, where applicable.

5.3 Instructions for installation, operation and maintenance

Subclause 5.3 of IEC 60947-1 applies.

6 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Pollution degree (see 6.1.3.2 of IEC 60947-1).

Unless otherwise stated by the manufacturer, the equipment is intended for installation under environmental conditions of pollution degree 3.

7 Constructional and performance requirements

7.1 Constructional requirements

Subclause 7.1 of IEC 60947-1 applies, with the following additions.

7.1.2.2 Glow wire testing

Subclause 7.1.2.2 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

Parts of insulating material necessary to retain current-carrying parts in position shall conform to the glow-wire tests of 8.2.1.1.1 of IEC 60947-1 at a test temperature of 960 °C.

7.1.7 Additional requirements for equipment suitable for isolation

Subclause 7.1.7 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

7.1.7.1 Additional constructional requirements

The equipment shall be marked according to 5.2.1 b).

When no indication of the position of the contacts is provided, for example by the actuator or a separate indicator, all the main contacts shall be clearly visible in the open position.

The strength of the actuating mechanism and the reliability of the indication of the open position shall be checked according to 8.2.5. Moreover, when means are provided by the manufacturer to lock the equipment in the open position, locking shall only be possible when the main contacts are in the open position (see 8.2.5).

This requirement does not apply to equipment where the main contact position is visible in the open position and/or the open position is indicated by other means than the actuator.

NOTE Locking in the closed position is permitted for particular applications.

The clearance across the open contacts of the same pole when in the open position shall not be less than the minimum clearance given in Table 13 of IEC 60947-1 and shall also comply with the requirements of 7.2.3.1 b) of IEC 60947-1.

7.1.9 Additional requirements for equipment provided with a neutral pole

Subclause 7.1.9 of IEC 60947-1 applies except for the note referring to an over-current release.

7.2 Performance requirements

7.2.1 Operating conditions

7.2.1.1 General

Subclause 7.2.1.1 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

The following requirements apply to fuse-switches, fuse-disconnectors and fuse-switch-disconnectors with a rated short-circuit making capacity exceeding 10 kA and for which the closing operation is by direct manual operation without an interposing mechanism (dependent and semi-independent manual operation see 2.4.12 of IEC 60947-1 and 2.3.10).

The test speed for the making operations specified in 8.3.6.2 shall be determined as follows.

- a) The equipment shall be operated 15 times manually under no-load conditions in accordance with the manufacturer's instructions, 5 times by each of three persons. The velocity of the hand actuator at the instant of contact closure of the last closing contact shall be determined by oscillographic or other appropriate means at any convenient part of the device.

The point at which the measurement is made and the velocity at the measurement point shall be stated in the test report. The mean velocity shall be determined after deleting the highest and lowest values.

- b) The test apparatus shall ensure that the equipment under test fully closes and that there is no impediment to the free closing movement of the device. The actual test speed shall not exceed the mean velocity determined according to a).

The mass of the moving parts of the test apparatus (without the equipment under test) shall be $2 \text{ kg} \pm 10 \%$.

7.2.1.2 Limits of operation of power operated equipment

Subclause 7.2.1.2 of IEC 60947-1 applies.

7.2.1.3 Limits of operation of under-voltage relays and releases.

Subclause 7.2.1.3 of IEC 60947-1 applies.

7.2.1.4 Limits of operation of shunt releases

Subclause 7.2.1.4 of IEC 60947-1 applies.

7.2.2 Temperature rise

Subclause 7.2.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

For fuse-combination units, the temperature rise of the fuse-link contacts during the test according to 8.3.3.1 shall not cause any damage of a nature which impairs the subsequent performance of the equipment in test sequence I.

7.2.3 Dielectric properties

Subclause 7.2.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

7.2.3.1 Impulse withstand voltage

Subclause 7.2.3.1 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Clearances across the open contacts of a device not suitable for isolation shall withstand the test voltage given in Table 12 of IEC 60947-1 appropriate to the rated impulse withstand voltage.

7.2.3.2 Power-frequency withstand voltage of the main, auxiliary and control circuits

Subclause 7.2.3.2 c) of IEC 60947-1 applies with the following addition.

For equipment suitable for isolation, maximum values of leakage current are specified for all the test sequences in 8.3.3.5, 8.3.4.3, 8.3.5.4, 8.3.6.4 and 8.3.7.3 respectively.

7.2.4 Ability to make and break under no-load, normal load and overload conditions

7.2.4.1 Making and breaking capacities

The rated making and breaking capacities are stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current and to the utilization category according to Table 3.

The test conditions are specified in 8.3.3.3.1.

**Table 3 – Verification of rated making and breaking capacities (see 8.3.3.3) –
Conditions for making and breaking corresponding to the various utilization categories**

Utilization categories	Rated operational current	Making ^a			Breaking			Number of operating cycles ^c
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	
AC-20A ^b – AC-20B ^b	All values	–	–	–	–	–	–	5 5 5 3 ^d
AC-21A – AC-21B	All values	1,5	1,05	0,95	1,5	1,05	0,95	
AC-22A – AC-22B	All values	3	1,05	0,65	3	1,05	0,65	
AC-23A – AC-23B	0 < $I_e \leq 100$ A	10	1,05	0,45	8	1,05	0,45	
	100 A < I_e	10	1,05	0,35	8	1,05	0,35	
Utilization categories	Rated operational categories	I/I_e	U/U_e	L/R ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ms	Number of operating cycles
DC-20A ^b – DC-20B ^b	All values	–	–	–	–	–	–	5 5 5
DC-21A – DC-21B	All values	1,5	1,05	1	1,5	1,05	1	
DC-22A – DC-22B	All values	4	1,05	2,5	4	1,05	2,5	
DC-23A – DC-23B	All values	4	1,05	15	4	1,05	15	
I = making current I_c = breaking current I_e = rated operational current U = applied voltage U_e = rated operational voltage U_r = operational frequency or d.c. recovery voltage								
^a For a.c. the making current is expressed by the r.m.s. value of the periodic component of the current. ^b The use of these utilization categories is not permitted in the USA. ^c One switching operation without current between each making and breaking operation is allowed, providing it does not alter the time interval between the prescribed operations as defined in 8.3.3.3.1. ^d In order to cover both AC-21 and AC-22 categories, an increase in the number of operations for AC-23 from 3 to 5 is allowed with the agreement of the manufacturer.								

7.2.4.2 Operational performance

Tests concerning the verification of the operational performance of an equipment are intended to verify that the equipment is capable of making and breaking without failure the currents flowing in its main circuit for the intended use.

The number of operating cycles and the test circuit parameters for the operational performance test for the various utilization categories are given in Tables 4 and 5.

The test conditions are specified in 8.3.4.1.

**Table 4 – Verification of operational performance –
Number of operating cycles corresponding to the rated operational current**

1	2	3	4	5	6	7	8
Rated operational current I_e	Number of operating cycles per hour	Number of operating cycles					
		AC and DC A categories			AC and DC B categories		
		Without current	With current	Total	Without current	With current	Total
$0 < I_e \leq 100$	120	8 500	1 500	10 000	1 700	300	2 000
$100 < I_e \leq 315$	120	7 000	1 000	8 000	1 400	200	1 600
$315 < I_e \leq 630$	60	4 000	1 000	5 000	800	200	1 000
$630 < I_e \leq 2 500$	20	2 500	500	3 000	500	100	600
$2 500 < I_e$	10	1 500	500	2 000	300	100	400
The values in the table apply to all utilization categories except AC-20A, AC-20B, DC-20A and DC-20B. These categories shall comply with the total number of operating cycles in columns 5 or 8 without current. Column 2 gives the minimum operating rate. The operating rate for any utilization category may be increased with the consent of the manufacturer.							

Table 5 – Test circuit parameters for Table 4

Utilization categories	Values of the rated operational current I_e	Making ^a			Breaking		
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$
AC-21A AC-21B	All values	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-22A AC-22B	All values	1	1	0,8	1	1	0,8
AC-23A AC-23B	All values	1	1	0,65	1	1	0,65
		I/I_e	U/U_e	L/R ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ms
DC-21A DC-21B	All values	1	1	1	1	1	1
DC-22A DC-22B	All values	1	1	2	1	1	2
DC-23A DC-23B	All values	1	1	7,5	1	1	7,5
I = making current I_c = breaking current I_e = rated operational current U = voltage before make (applied voltage) U_e = rated operational voltage U_r = operational frequency or d.c. recovery voltage							
^a For a.c., the making current is expressed by the r.m.s. value of the periodic component of the current.							

7.2.4.3 Mechanical durability

Subclause 7.2.4.3.1 of IEC 60947-1 applies. Test conditions are specified in 8.5.1.

7.2.4.4 Electrical durability

Subclause 7.2.4.3.2 of IEC 60947-1 applies. Test conditions are specified in 8.5.2.

7.2.5 Ability to make, break or withstand short-circuit currents

The equipment shall be so constructed as to be capable of withstanding, under the conditions specified in this part, the thermal, dynamic and electrical stresses resulting from short-circuit currents.

Short-circuit currents may be encountered during current making, current carrying in the closed position and current interruption.

The ability of the equipment to make, carry and break short-circuit currents is stated in terms of one or more of the following ratings.

- a) Rated short-time withstand current (see 4.3.6.1).
- b) Rated short-circuit making capacity (see 4.3.6.2).
- c) Rated conditional short-circuit current (see 4.3.6.4).

7.2.6 Vacant

7.2.7 Additional performance requirements for equipment suitable for isolation

These requirements only apply to equipment with rated operational voltage greater than 50 V.

With the equipment in new condition and the contacts in the open position the equipment shall withstand the dielectric test of 8.3.3.2.

If tests according to 8.3.3.3 and 8.3.4.1 have been made, the equipment in the condition after the tests shall meet the leakage current requirements of 8.3.3.5.

7.2.8 Vacant

7.2.9 Overload requirements for equipment incorporating fuses

The main circuit of an equipment shall be capable of carrying an overload current according to 8.3.7.1 and shall not cause any damage of a nature which impairs the subsequent performance of the equipment in test sequence V.

7.3 Electromagnetic compatibility

7.3.1 General

Subclause 7.3.1 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies.

7.3.2 Immunity

Subclause 7.3.2 of IEC 60947-1 applies with the following change and addition.

7.3.2.1 Equipment not incorporating electronic circuits

Subclause 7.3.2.1 of IEC 60947-1 applies.

7.3.2.2 Equipment incorporating electronic circuits

Equipment incorporating electronic circuits (for example fuse-blowing indicator) shall have satisfactory immunity to electromagnetic disturbances (see 8.4.1.2).

For the appropriate tests to verify the compliance with these requirements, see 8.4 of IEC 60947-1.

Specific performance criteria shall be given in the relevant product standard based on the acceptance criteria given in Table 24 of IEC 60947-1.

Table 6 provides the specific immunity performance criteria to be considered.

Table 6 – Immunity tests

Types of test	Test level required	Acceptance criteria (as defined in Table 24 of IEC 60947-1)
Electrostatic discharge immunity test IEC 61000-4-2	8 kV / air discharge or 4 kV / contact discharge	B
Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test IEC 61000-4-3	10 V/m	A
Electrical fast transient/burst immunity test IEC 61000-4-4	2 kV / 5 kHz on power ports 1 kV / 5 kHz on signal ports	B
Surge immunity test IEC 61000-4-5	2 kV (common mode) 1 kV (differential mode)	B
Conducted disturbances induced by radio- frequency fields immunity test IEC 61000-4-6	10 V	A
NOTE 1 A simple rectifier is not sensitive to electromagnetic disturbances in normal service conditions and does not therefore require immunity tests.		
NOTE 2 Where an acceptance criteria B is specified there shall be no change of the status of the main contacts as a result of the disturbance.		

7.3.3 Emission

7.3.3.1 Equipment not incorporating electronic circuits

Subclause 7.3.3.1 of IEC 60947-1 applies.

7.3.3.2 Equipment incorporating electronic circuits

Equipment incorporating electronic circuits (e.g. an electronic fuse-blowing indicator) may generate continuous electromagnetic disturbances.

Emission shall fulfil the requirements of class A, group 1 of CISPR 11 or those of class A of CISPR 22 (see 8.4.2.2).

Table 7 – Emission limits

Ports	Frequency ranges MHz	Limits ^d	Standards
Enclosure ^b	30 to 230 ^a	30 dB (µV/m) quasi peak measured at 30 m distance ^c	CISPR 11
	230 to 1 000 ^a	37 dB (µV/m) quasi peak measured at 30 m distance ^c	Class A - Group 1
AC power	0,15 to 0,5 ^a	79 dB (µV) quasi peak 66 dB (µV) average	or
	0,5 to 5 ^a	73 dB (µV) quasi peak 60 dB (µV) average	CISPR 22
	5 to 30 ^a	73 dB (µV) quasi peak 60 dB (µV) average	Class A
^a The lower limit should apply at the transition frequency. ^b Applicable only to mechanical switching devices containing parts which operate at frequencies higher than 9 kHz, e.g. microprocessors. ^c May also be measured at a 10 m distance using the limits increased by 10 dB, or at a 3 m distance using the limits increased by 20 dB. ^d These limits have been copied, without alteration, from CISPR 11 and CISPR 22.			

These limits are given for mechanical switching devices which are used exclusively in an industrial environment. When there exists a likelihood of use outside the industrial environment, the following notice shall be included in the manufacturer's published information.

Caution

This is a class A product. In a domestic environment, this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

However, this notice is not necessary when the emission limits given in CISPR 22, class B are fulfilled.

8 Tests

8.1 Kind of tests

8.1.1 General

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1 applies.

8.1.2 Type tests

Subclause 8.1.2 of IEC 60947-1 applies. Type tests are given in Table 9 of this part.

8.1.3 Routine tests

Subclause 8.1.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

8.1.3.1 General

The following tests apply:

- mechanical operation test (see 8.1.3.2)
operation of the switch, disconnector, switch-disconnector or fuse-combination unit during manufacture and/or other routine test may take the place of the tests listed above, provided the same conditions apply and the number of operations is not less than that specified;
- dielectric test (see 8.1.3.3)
if, by the control of materials and manufacturing processes, the integrity of the dielectric properties has been proven, these tests may be replaced by sampling tests according to a recognized sampling plan (see IEC 60410).

8.1.3.2 Mechanical operation test

A test shall be made to verify the correct mechanical operation of the equipment by 5 closing and opening operations.

8.1.3.3 Dielectric test

The test conditions shall be in accordance with 8.3.3.4.2 of IEC 60947-1. As an alternative, the combined test according to 8.3.3.4.2, item 3), of IEC 60947-1 is allowed. The value of the test voltage shall be in accordance with that given in Table 12A of IEC 60947-1. The duration of the test shall not be less than 1 s and the test voltage shall be applied as follows:

- with the equipment in the open position, between each pair of terminals which are electrically connected together when the equipment is closed;
- with the equipment in the closed position, between each pole and the adjacent pole(s) and between each pole and the frame;

- for equipment incorporating electronic circuits connected to the main poles, with the equipment in the open position, between each pole and the adjacent pole(s) and between each pole and the frame, either on the incoming side or the outgoing side depending on the position of the electronic components.

Alternatively, disconnection of the electronic circuit(s) is permitted during dielectric tests.

8.1.4 Sampling tests

Sampling tests for verification of clearances shall be made according to 8.3.3.4.3 of IEC 60947-1 in accordance with a recognized sampling plan (see IEC 60410).

8.1.5 Special tests

Special tests (see 2.6.4 of IEC 60947-1) are specified in 8.5.

8.2 Type tests for constructional requirements

Subclause 8.2 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

8.2.4 Mechanical properties of terminals

Subclause 8.2.4 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Where equipment is designed to be provided with different designs of terminals, the tests shall be conducted on every design.

8.2.5 Verification of the effectiveness of indication of the main contacts position of equipment suitable for isolation

Subclause 8.2.5 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

8.2.5.1 Condition of equipment for tests

The test of the actuator mechanism and position indicating device shall be conducted as part of test sequence I (see 8.3.3 and Table 11).

If different types of actuators exist, either additional or integral, only one design shall be tested during sequence I. Moreover, the sample representative of the more critical case shall be tested according to 8.3.3.7.

Table 9 – List of type tests applicable to a given equipment

Tests	Switch	Fuse-switch	Switch-fuse	Dis-connector	Disconnector-fuse	Fuse dis-connector	Switch dis-connector	Switch dis-connector-fuse	Fuse-switch dis-connector
Temperature-rise ^a	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Temperature-rise verification	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Dielectric properties	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Dielectric verification	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Leakage current	–	–	–	o	o	o	o	o	o
Rated making and breaking capacities (overload)	o	o	o	–	–	–	o	o	o
Operational performance	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Rated short-time withstand current	o	–	–	o	–	–	o	–	–
Rated short-circuit making capacity	o	–	–	–	–	–	o	–	–
Rated conditional short-circuit current	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Strength of actuator mechanism	–	–	–	o	o	o	o	o	o
Overload test	–	o	o	–	o	o	–	o	o
o = test – = no test required									
NOTE This list of type tests is for information only, see also footnote “a” in Tables 14 and 15.									
^a Applies to 8.3.2.1.3 only.									

8.3 Performance

Performance type tests to which equipment may be submitted according to its kind are listed in Table 9.

8.3.1 Test sequences

Type tests are grouped together in a number of sequences as shown in Table 10.

For each sequence, tests shall be made in the order listed in accordance with the requirements of the appropriate subclause, apart from the temperature-rise test (simplified testing only) and dielectric properties test of test sequence I, which may be conducted on a separate sample.

Table 10 – Overall scheme of test sequences

Sequences	Tests
General performance characteristics (see 8.3.3 and Table 11)	Temperature-rise ^{e, f} Dielectric properties ^e Making and breaking capacities ^a Dielectric verification ^a Leakage current ^b Temperature-rise verification Strength of actuator mechanism
Operational performance capability (see 8.3.4 and Table 13)	Operational performance Dielectric verification Leakage current ^b Temperature-rise verification
Short-circuit performance capability ^c (see 8.3.5 and Table 14)	Short-time withstand current Short-circuit making capacity ^a Dielectric verification Leakage current ^b Temperature-rise verification
Conditional short-circuit current ^c (see 8.3.6 and Table 15)	Fuse protected short-circuit withstand Fuse protected short-circuit making ^a Dielectric verification Leakage current ^b Temperature-rise verification
Overload performance capability ^d (see 8.3.7 and Table 16)	Overload test Dielectric verification Leakage current ^b Temperature-rise verification
^a Not applicable to AC-20 or DC-20 equipment. See 4.3.5.2 and 4.3.5.3. ^b Only required for equipment suitable for isolation of rated voltage greater than 50 V. ^c Either test sequence III or test sequence IV to be made according to the ratings stated by the manufacturer. ^d Not required for switches, disconnectors and switch-disconnectors. ^e May be conducted outside of the sequence, see 8.3.1. ^f Applies to 8.3.2.1.3 only.	

8.3.2 General test conditions

8.3.2.1 General requirements

Subclause 8.3.2.1 of IEC 60947-1 applies to all type tests as applicable. The equipment at the start of any test sequence shall be in new and clean condition.

The force applied for any opening operation shall not be greater than the test force determined in 8.2.5.2 of IEC 60947-1 and shall be applied in the same manner without shock.

Where doubt exists as to the correct opening operation, no more than 3 attempts to operate the equipment to the open position are allowed.

In order to reduce multiple testing for the same fundamental design of equipment, the following test requirements may be used.

8.3.2.1.1 Simplified test for equipment having the same fundamental design

When submitting simultaneously a range of switches, disconnectors, switch-disconnectors or fuse combination units of the same fundamental design, the following variations are permitted provided the equipment complies in all other respects.

8.3.2.1.2 Requirements for equipment having the same fundamental design

Switches, disconnectors, switch-disconnectors or fuse combination units shall be evaluated with respect to the following criteria during the determination of acceptance as the same fundamental design:

- a) the material, finish and dimensions of the current-carrying parts are identical, except for variation in design of terminals and means of fuse attachment;
- b) the contact size, material, configuration and method of attachment are identical;
- c) the operating mechanism is of the same fundamental design, materials and physical characteristics are identical;
- d) the closing and opening speeds of contacts are substantially the same;
- e) moulding and insulating materials are identical;
- f) method, materials and construction of any arc extinction device are identical.

The following variations are also permitted, provided the simplified test procedure given in 8.3.2.1.3 is used:

- g) utilization category and operational voltage;
- h) application for 50 Hz or 60 Hz;
- i) three or four pole equipment (switched or non-switched neutral), provided the requirements of 7.1.9 are applicable;
- j) design of terminal provided that clearances and creepage distance are not reduced (see 8.2.4 and 8.3.3.2 of this standard and also see 7.1.4 and 8.3.3.1 of IEC 60947-1);
- k) different types of actuators, either additional or integral, provided the requirements for strength of actuator are verified (see 8.2.5) on each type of actuator, one of which during test sequence I;
- l) fuse-base contacts of switch-fuses, disconnector-fuses and switch-disconnector-fuse with different types of fuse-links (fuse-link removed only under no-load conditions).

8.3.2.1.3 Simplified test procedure

The following simplified test procedure shall be used.

- a) If equipment having the same fundamental design is marked claiming more than one utilization category and/or more than one operational voltage, the number of test samples may be reduced, providing the tests are conducted under the most severe conditions.

For short-circuit, making and breaking, and operational performance tests, the conditions are deemed more severe if the following conditions are simultaneously fulfilled:

- operational rated voltage equal or higher;
- test current equal or higher;
- power factor equal or lower;
- number of operations equal or higher.

- b) Tests performed at 50 Hz are deemed to cover 60 Hz applications and vice versa with the following exceptions:

- temperature-rise test according to 8.3.3.1 for devices having a current greater than 800 A;

NOTE By agreement between manufacturer and user, tests at 50 Hz may be accepted for operation at 60 Hz and vice versa for currents greater than 800 A.

- temperature-rise and operational performance of relays and releases (see 7.2.2 and 7.2.2.6 of IEC 60947-1). Temperature-rise tests of coils shall be performed for each frequency, but only one included in the relevant test sequence, and if separate supplying of coils and other circuits is possible, it is accepted that other circuits remain supplied at 50 Hz.

- c) Tests performed on three pole devices are deemed to cover also four pole devices with a non-switched neutral pole, provided a single-phase test on the neutral pole is performed according to 8.3.3.3.4 of IEC 60947-1.

Tests performed on four switched pole devices are deemed to cover also three switched pole devices provided that all poles are identical and the closing and opening speeds of contacts are substantially the same (only the requirements of 7.1.9 are applicable concerning closing and opening of the neutral pole). However, the four switched pole devices shall always be connected in a three-phase arrangement (see Figure 11 of IEC 60947-1).

- d) Tests performed with different types of fuse-base contacts.

Where switch-fuse, disconnecter-fuse or switch-disconnector-fuse are designed to be provided with different types of fuse-base contacts, temperature-rise tests according to 8.3.3.1 shall be conducted on each type at the corresponding highest fuse rated current.

The type having the maximum temperature-rise among those of the maximum test current shall be used for tests to sequences I, II and V.

Sequence IV shall be conducted on each type of fuse-base contacts whose fuse connecting means are other than bolted connection, at the highest rated conditional short circuit corresponding current, and, if different, with the type of fuse having the maximum let-through energy at the highest test voltage.

- e) Tests performed with different terminal designs.

Where equipment is designed to be provided with different designs of terminal, the requirements and tests according to 8.3.3.1 and 8.2.4 of IEC 60947-1 shall be conducted on each design.

Where equipment has terminals to be used on plug-on busbars, tests according to 8.3.3.1, 8.3.5.1 or 8.3.6.2.1 a), as applicable, shall be performed. Verification of the plugging operation shall be made. The number of operating cycles shall be 50, the cycle being from the connected position to the disconnected position and back to the connected position.

The test is considered to be satisfactory if the operating conditions of the apparatus have not been impaired.

- f) By tests to 8.3.2.1.3, items d) and e), it is possible to test the temperature-rise at terminals and accessible parts.

If the temperature-rise limits of accessible parts are tested in 8.3.2.1.3 and comply with Table 3 of IEC 60947-1 no further tests of these parts at 8.3.3.6 are necessary.

Since the intention of the tests to 8.3.2.1.3, items d) and e), is to establish the worst case, the values of Table 2 of IEC 60947-1 do not apply.

8.3.2.2 Test quantities

Subclause 8.3.2.2 of IEC 60947-1 applies.

8.3.2.3 Evaluation of test results

The behaviour of the equipment during the tests and its condition after the tests are specified in the appropriate test clause.

8.3.2.4 Test report

Subclause 8.3.2.4 of IEC 60947-1 applies.

8.3.3 Test sequence I: general performance characteristics

This test sequence applies to the types of equipment listed in Table 11 and comprises the tests according to the table.

8.3.3.1 Temperature-rise

Subclause 8.3.3.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

As a minimum the test shall be carried out at the rated operational current I_e . At the manufacturer's discretion, when I_{th} and/or I_{the} are higher than I_e , the higher value may be used. In the case of an AC-20 or DC-20 rating, the temperature rise test shall be carried out at I_{th} , or I_{the} if the device is in a specified enclosure. Fuse-combination units shall be fitted with fuse-links having a rated current equal to the conventional thermal current of the combination unit.

The fuse-link shall have a power loss not exceeding the maximum value specified by the equipment manufacturer.

NOTE 1 The test may be made with a "dummy" fuse-link of essentially similar design to the standardized fuse-link and having the specified power loss.

In the case of tests carried out on a fuse-switch, a fuse-disconnector or a fuse-switch-disconnector where the blades of the fuse-links are part of the make-breaking contacts, fuse-links shall be used.

NOTE 2 For a fuse-switch or a fuse-switch-disconnector where the blades of the fuse-links are part of the make-breaking contacts, dummies or copper links may not replace the fuse-links due to the fact that the blades of the fuse-links in these devices wear. The wear of the fuse-blades influences the thermal verification according to 8.3.3.6.

Details of the fuse-links used for the test, i.e. the manufacturer's name and reference, the rated current, the power loss of the fuse-link, and the breaking capacity, shall be given in the test report. The type test with the specified fuse-links shall be deemed to cover the use of any other fuse-link having a power loss, at the conventional thermal current of the combination unit, not exceeding the power loss of the fuse-link used for the test.

Table 11 – Test sequence I: general performance characteristics

Tests	Sub-clause No.	Samples ^c	Types of equipment and order of tests					
			Switch	Fuse-switch and switch-fuse	Disconnector	Disconnector-fuse and fuse-disconnector	Switch-disconnector	Switch-disconnector-fuse and fuse-switch-disconnector
Temperature-rise ^{d, e}	8.3.3.1	A,B,C,F	1	1	1	1	1	1
Dielectric properties ^d	8.3.3.2	A,C,F	2	2	2	2	2	2
Making and breaking capacities	8.3.3.3	A,D	3	3	a	a	3	3
Dielectric verification	8.3.3.4	A,D	4	4	a	a	4	4
Leakage current ^b	8.3.3.5	A,D	-	-	3	3	5	5
Temperature-rise verification	8.3.3.6	A,D	5	5	4	4	6	6
Strength of actuator mechanism	8.3.3.7	A,E	-	-	5	5	7	7
^a This test is not required for disconnectors (AC-20 or DC-20). See 4.3.5.2 and 4.3.5.3. ^b Test required only for U_e greater than 50 V. ^c Only tests marked by the same letter shall be applied in sequence to a given sample: "A" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest rated current I_e, and if applicable, having the maximum temperature-rise according to 8.3.2.1.3, item d). Other samples if applicable: "B" is a different sample for 60 Hz test, if applicable, according to 8.3.2.1.3, item b); "C" are samples of each other terminal design tested at correspondent maximum rated current; "D" are samples to verify as many combinations of U_e, I_e, AC or DC voltage ratings, to be tested (see 8.3.2.1.3); "E" is the extra sample as specified in 8.2.5.1 and can be one of sample B, C or D; "F" are samples of every type of fuse-carrier of fuse-combination unit according to 8.3.2.1.3, item d). ^d May be conducted outside of the sequence, see 8.3.1. ^e Applies only to 8.3.2.1.3.								

8.3.3.2 Test of dielectric properties

Subclause 8.3.3.4.1, items 1), 2), 3), 7) and, if applicable, 8) of IEC 60947-1 applies with the following addition.

When, in agreement with the manufacturer, devices are disconnected for the test according to 8.3.3.4.1, item 3) c) of IEC 60947-1, the test report shall state these devices.

For equipment suitable for isolation (see 3.3) having an operational voltage U_e greater than 50 V, the leakage current shall be measured through each pole with the contacts in the open position, at a test voltage of 1,1 U_e and shall not exceed 0,5 mA.

8.3.3.3 Making and breaking capacities

8.3.3.3.1 Test values and conditions

Subclause 8.3.3.5 of IEC 60947-1 applies regarding equipment provided with a neutral pole.

The test values are stated in 7.2.4.1, Table 3, according to the utilization category.

The stated number of make-break operating cycles shall be made with a time interval between close-open cycles of $30\text{ s} \pm 10\text{ s}$ except that for equipment of conventional thermal current of 400 A or more, the time interval may be increased by agreement between manufacturer and user and the interval shall be stated in the test report.

During each make-break operating cycle, equipment need only stay in the closed position for a period long enough to allow the switching operation to be completed and to enable the current value to be established and the moving parts of the equipment to come to rest. After each operating cycle, the recovery voltage shall be maintained for at least 0,05 s.

For convenience of testing, equipment of utilization categories AC-23A and AC-23B, make-break operating cycles may be replaced, with the agreement of the manufacturer, by the stated number of $10 I_e$ make cycles followed by the same number of $8 I_e$ break cycles.

For a.c. the power-factor of the test circuit shall be determined in accordance with 8.3.4.1.3 of IEC 60947-1. The values shall be in accordance with Table 3.

For d.c. the time-constant of the test circuit shall be determined in accordance with 8.3.4.1.4 of IEC 60947-1. The values shall be in accordance with Table 3.

The test voltage and the load shall be applied to the appropriate terminals of the equipment. For equipment in which a moving contact remains connected to one of the terminals when the equipment is in the open position, this test shall be repeated with the supply and load connections interchanged, unless the terminals are specifically and clearly marked for load and supply.

In the case of tests carried out on a fuse-switch or a fuse-switch-disconnector where the blades of the fuse-links are part of the make-breaking contacts, fuse-links shall be used.

NOTE For a fuse-switch or a fuse-switch-disconnector where the blades of the fuse-links are part of the make-breaking contacts, dummies or copper links may not replace the fuse-links due to the fact that the blades of the fuse-links in these devices wear. The wear of the fuse-blades influences the thermal verification according to 8.3.3.6.

Details of the fuse-links used for the test, i.e. the manufacturer's name and reference, the rated current, the power loss of the fuse-link and the breaking capacity, shall be given in the test report.

In the case of tests carried out on a switch-fuse or a switch-disconnector-fuse, fuse-links may be replaced by suitable copper links of dimensions and mass electrically equivalent to those of the fuse-links recommended by the manufacturer.

8.3.3.3.2 Test circuit

Subclause 8.3.3.5.2 of IEC 60947-1 applies.

8.3.3.3.3 Transient recovery voltage

Subclause 8.3.3.5.3 of IEC 60947-1 applies only to utilization categories AC-22 and AC-23. For tests for utilization categories DC-22 and DC-23 the test circuit load may be replaced by a motor producing the specified current and time constant value if agreed between manufacturer and user.

8.3.3.3.4 Vacant

8.3.3.3.5 Behaviour of equipment during making and breaking capacity tests

The equipment shall perform during the above tests in such a manner as not to endanger an operator or cause damage to adjacent equipment.

There shall be no permanent arcing or flash-over between poles or between poles and frame and no melting of the fuse in the detection circuit.

The equipment shall remain mechanically operable. Contact welding, such as to prevent an opening operation using normal operating means, is not permitted.

8.3.3.3.6 Condition of equipment after the making and breaking capacity tests

It shall be demonstrated immediately after the test that the equipment will close and open satisfactorily during a no-load close/open operation.

The force required for opening shall not be greater than the test force of 8.2.5.2 and Table 17 of IEC 60947-1.

A closing operation is considered satisfactory when normal operation of the handle through its full stroke will close the contacts sufficiently for the equipment to be able to carry its rated operational current.

After the test and without maintenance the equipment shall comply with the requirements of 8.3.3.4.

The contacts shall be in a suitable condition to carry the rated operational current without maintenance and shall comply with the temperature-rise verification of 8.3.3.6.

If the equipment is suitable for isolation, it shall comply with 8.3.3.5 and 8.3.3.7.

8.3.3.4 Dielectric verification

After the test according to 8.3.3.3, a test shall be made according to 8.3.3.4.1 4) of IEC 60947-1.

8.3.3.5 Leakage current

This test is made only on equipment suitable for isolation of rated operational voltage U_e greater than 50 V. The leakage current shall be checked across the contact gaps as follows:

- a) disconnector and switch-disconnector: between load and line terminals;
- b) disconnector-fuse, switch-disconnector-fuse, fuse-disconnector and fuse-switch-disconnector single opening: between load and line terminals;
- c) disconnector-fuse, switch-disconnector-fuse, fuse-disconnector and fuse-switch-disconnector double opening: (i) between line terminals and the fuse-links; (ii) between load terminals and the fuse-links; and (iii) between load and line terminals.

The value of leakage current, with a test voltage equal to 1,1 times the rated operational voltage of equipment shall not exceed

- 0,5 mA per pole for equipment of utilization category AC-20A, AC-20B, DC-20A or DC-20B;
- 2 mA per pole for equipment of all other utilization categories.

After the tests according to 8.3.3.3, the temperature-rise of the terminals and accessible parts shall be checked according to 8.3.3.1 except that where a utilization category is assigned the tests are made at the rated operational current I_e of the equipment tested.

Table 12 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts

8.3.3.7 Strength of actuator mechanism

8.3.4 Test sequence II: operational performance capability

They are made to verify compliance with 7.2.4.2.

Tests	Sub-clause No.	Samples ^b	Types of equipment and order of tests					
			Switch	Fuse-switch and switch-fuse	Disconnector	Disconnector-fuse and fuse-disconnector	Switch-disconnector	Switch-disconnector-fuse and fuse-switch-disconnector
Operational performance	8.3.4.1	A, B	1	1	1	1	1	1
Dielectric verification	8.3.4.2	A, B	2	2	2	2	2	2
Leakage current ^a	8.3.4.3	A, B	—	—	3	3	3	3
Temperature-rise verification	8.3.4.4	A, B	3	3	4	4	4	4

^a Test required only for U_e greater than 50 V.

^b "A" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest rated current I_e , and if applicable, having the maximum temperature-rise according to 8.3.2.1.3 d).
 "B", if applicable, are samples to verify as many combinations of U_e , I_e , a.c. or d.c. voltage ratings, to be tested.

8.3.4.1 Operational performance test

8.3.4.1.1 Test values and conditions

The test values are stated in Tables 4 and 5, according to the utilization category.

The time interval between Table 4 operating cycles with current and without current and the sequential order of the tests shall be stated in the test report.

During each make-break operating cycle, the equipment need only stay in the closed position for a period long enough to allow the switching operation to be completed and to enable the current value to be established and the moving parts of the equipment to come to rest. After each operating cycle, the recovery voltage shall be maintained for at least 0,05 s.

For a.c. the power-factor of the test circuit shall be determined in accordance with 8.3.4.1.3 of IEC 60947-1. The values shall be in accordance with Table 5.

For d.c. the time-constant of the test circuit shall be determined in accordance with 8.3.4.1.4 of IEC 60947-1. The values shall be in accordance with Table 5.

8.3.4.1.2 Test circuit

Subclause 8.3.3.5.2 of IEC 60947-1 applies.

8.3.4.1.3 Transient recovery voltage

It is not necessary to adjust the transient recovery voltage.

8.3.4.1.4 Switching overvoltages

Under consideration.

8.3.4.1.5 Behaviour of the equipment during the operational performance test

The equipment shall perform during the above tests in such a manner as not to endanger an operator or cause damage to adjacent equipment.

There shall be no permanent arcing or flash-over between poles or between poles and frame and no melting of the fuse in the detection circuit.

The equipment shall remain mechanically operable. Contact welding, such as to prevent an opening operation using normal operating means, is not permitted.

Some wear on the mechanism and contacts is allowed provided that the equipment functions correctly.

8.3.4.1.6 Condition of the equipment after the operational performance test

It shall be demonstrated immediately after the test that the equipment will close and open satisfactorily during a no-load close/open operation.

The force required for opening shall not be greater than the test force of 8.2.5.2 and Table 17 of IEC 60947-1.

A closing operation is considered satisfactory when normal operation of the handle through its full stroke will close the contacts sufficiently for the equipment to be able to carry its rated operational current.

After the tests and without maintenance the equipment shall comply with the requirements of 8.3.4.2.

The contacts shall be in a suitable condition to carry the rated operational current without maintenance and shall comply with the temperature-rise verification of 8.3.4.4.

If the equipment is suitable for isolation, it shall comply with 8.3.4.3.

8.3.4.2 Dielectric verification

Subclause 8.3.3.4 applies.

8.3.4.3 Leakage current

Subclause 8.3.3.5 applies.

8.3.4.4 Temperature-rise verification

Subclause 8.3.3.6 applies.

8.3.5 Test sequence III: short-circuit performance capability

This test sequence applies to the types of equipment listed in Table 14 and comprises the tests according to this table.

This test sequence is not mandatory if a value of rated short-circuit making capacity is not stated by the manufacturer (see 8.3.5.2.1) and test sequence IV (see 8.3.6) is carried out.

The tests are made to verify compliance with 7.2.5.

Table 14 – Test sequence III: short-circuit performance capability

Tests	Sub-clause No.	Samples ^d	Types of equipment and order of tests					
			Switch	Fuse-switch and switch-fuse	Disconnector	Disconnector-fuse and fuse-disconnector	Switch-disconnector	Switch-disconnector-fuse and fuse-switch-disconnector
Short-time withstand current	8.3.5.1	A	1		1		1	
Short-circuit making capacity ^{a b}	8.3.5.2	A, B	2	Not applicable	–	Not applicable	2	Not applicable
Dielectric verification	8.3.5.3	A, B	3		2		3	
Leakage current ^c	8.3.5.4	A, B	–		3		4	
Temperature-rise verification	8.3.5.5	A, B	4		4		5	

^a Test sequence III is not mandatory if test sequence IV is carried out.

^b Switches and switch-disconnectors not having a rated short-circuit making capacity (see 2.1) shall meet the requirements of test sequence IV (see Table 15).

^c Test required only for U_e greater than 50 V.

^d "A" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest I_{cw} current.
"B", if applicable, are samples to verify as many combinations of U_e , I_{cw} or I_{cm} , AC or DC voltage ratings, to be tested.

8.3.5.1 Short-time withstand current test

8.3.5.1.1 Test values and conditions

The test conditions of 8.3.4.3 of IEC 60947-1 apply.

The test current shall be the rated short-time withstand current stated according to 4.3.6.1.

8.3.5.1.2 Test circuit

Subclause 8.3.4.1.2 of IEC 60947-1 applies.

For a.c., the power-factor of the test circuit shall be in accordance with 8.3.4.1.3 of IEC 60947-1.

For d.c., the time-constant of the test circuit shall be in accordance with 8.3.4.1.4 of IEC 60947-1.

8.3.5.1.3 Test circuit calibration

The calibration of the test circuit is carried out by placing temporary connections *B* of negligible impedance as close as reasonably possible to the terminals provided for connecting the equipment under test.

For a.c., resistors R_1 and reactors X are adjusted so as to obtain, at the applied voltage, a current equal to the rated short-time withstand current as well as the power-factor as indicated in 8.3.4.1.3 of IEC 60947-1.

For d.c., resistors R_1 and reactors X are adjusted so as to obtain, at the applied voltage, a current the maximum value of which is equal to the rated short-time withstand current as well as the time-constant as indicated in 8.3.4.1.4 of IEC 60947-1.

8.3.5.1.4 Test procedure

The temporary connections *B* are replaced by the equipment under test and the test current is applied for the specified time with the equipment in the closed position.

8.3.5.1.5 Behaviour of the equipment during the test

The equipment shall perform during the test in such a manner as not to endanger an operator or cause damage to adjacent equipment.

There shall be no permanent arcing or flash-over between poles or between poles and frame and no melting of the fuse in the detection circuit.

The equipment shall remain mechanically operable. Contact welding, such as to prevent an opening operation using normal operating means, is not permitted.

8.3.5.1.6 Conditions of the equipment after the test

It shall be demonstrated immediately after the test that the equipment will close and open satisfactorily during a no-load close/open operation.

The force required for opening shall not be greater than the test force of 8.2.5.2 and Table 17 of IEC 60947-1.

A closing operation is considered satisfactory when normal operation of the handle through its full stroke will close the contacts sufficiently for the equipment to be able to carry its rated operational current.

After the test and without maintenance if the equipment is a switch or a switch-disconnector, it shall be subjected to the short-circuit making capacity test, 8.3.5.2, as listed in Table 14.

If the equipment is suitable for isolation, it shall comply without maintenance with the dielectric verification of 8.3.5.3.

The contacts of a disconnector shall be in a suitable condition without maintenance to carry the rated operational current and shall comply with the temperature-rise of 8.3.5.5.

8.3.5.2 Short-circuit making capacity test

8.3.5.2.1 Test values and conditions

The test shall be made on the same equipment as for the test of 8.3.5.1 without any maintenance.

The test current shall be that assigned by the manufacturer as stated in 4.3.6.2.

8.3.5.2.2 Test circuit

Subclause 8.3.5.1.2 applies.

8.3.5.2.3 Test circuit calibration

The calibration of the test circuit is carried out by placing temporary connections *B* of negligible impedance as close as reasonably possible to the terminals provided for connecting the equipment under test.

Depending upon whether the equipment is rated a.c. or d.c. the calibration is made as follows.

a) For a.c.:

The tests shall be made at the rated frequency of the equipment.

The prospective current shall be applied for at least 0,05 s and its value is the r.m.s. value determined from the calibration record. This value shall be equal to or higher than the specified value in at least one pole.

The average value of all phases shall comply with the tolerances in 8.3.2.2 of IEC 60947-1.

The highest peak value of the prospective current during its first cycle shall be not less than *n* times the rated short-circuit current, the value of *n* being as stated in the fourth column of Table 16, of IEC 60947-1.

b) For d.c.:

The current shall be applied for the specified time and its mean value, determined from the record, shall be at least equal to the specified value.

If the testing station is unable to make these tests on d.c., they may, if agreed between manufacturer and user, be made on a.c., provided suitable precautions are taken, for instance, the peak value of current shall not exceed the permissible current.

For an equipment having the same rated current for a.c. and d.c. the a.c. test shall be taken as valid for the d.c. rating.

8.3.5.2.4 Test procedure

The temporary connections *B* are replaced by the equipment under test and the equipment shall be closed twice with an interval of approximately 3 min between these operations on a

prospective peak current not less than the rated short-circuit making capacity of the equipment. The current shall be maintained for at least 0,05 s.

The closing mechanism shall be operated so as to simulate service conditions as closely as possible.

8.3.5.2.5 Behaviour of the equipment during the test

The equipment shall perform during the above tests in such a manner as not to endanger an operator or cause damage to adjacent equipment.

There shall not be permanent arcing or flash-over between poles or between poles and frame and no melting of the fuse in the detection circuit.

The equipment shall remain mechanically operable. Contact welding, such as to prevent an opening operation using normal operating means, is not permitted.

8.3.5.2.6 Condition of the equipment after the test

It shall be demonstrated immediately after the test that the equipment will open and close satisfactorily during a no-load open/close operation.

The force required for opening shall not be greater than the test force of 8.2.5.2 and Table 17 of IEC 60947-1.

A closing operation is considered satisfactory when normal operation of the handle through its full stroke will close the contacts sufficiently for the equipment to be able to carry its rated operational current.

After the test and without maintenance the equipment shall comply with the dielectric verification of 8.3.5.3.

The contacts shall be in a suitable condition without maintenance to carry the highest rated operational current and shall comply with the temperature-rise verification of 8.3.5.5.

8.3.5.3 Dielectric verification

Subclause 8.3.3.4 applies.

8.3.5.4 Leakage current

Subclause 8.3.3.5 applies, except that the maximum value of leakage current shall not exceed 2 mA per pole for all utilization categories.

8.3.5.5 Temperature-rise verification

Subclause 8.3.3.6 applies.

8.3.6 Test sequence IV: conditional short-circuit current

This test sequence applies to the types of equipment listed in Table 15 and comprises the tests according to the table.

This test sequence is not mandatory if a value of rated conditional short-circuit current is not stated by the manufacturer and test sequence III (see 8.3.5) is carried out.

For switches, disconnectors and switch-disconnectors the short-circuit protective device of the equipment may be a circuit-breaker or a fuse and shall be arranged on the load side of the equipment under test.

The type of circuit breaker or fuse shall be that stated by the manufacturer as suitable for the equipment.

Details of the protective device used for the test i.e. manufacturer's name, type designation, rated voltage, current and short-circuit breaking capacity shall be given in the test report.

The type test with the specified protective device shall be deemed to cover the use of any other protective device having a Joule integral (I^2t) and cut-off current at the rated voltage, prospective current and power-factor not exceeding the specified values for the type of protective device used for the test.

The tests are made to verify compliance with 7.2.5.

8.3.6.1 Circuit-breaker protected short-circuit withstand

Under consideration.

8.3.6.2 Fuse protected short-circuit withstand

8.3.6.2.1 Test values and conditions

The fuse-links shall be of the rated maximum current and rated breaking capacity deemed suitable by the manufacturer for use with the equipment.

The equipment manufacturer shall supply the fuse-links (see IEC 60269 series) to be used for the test. Details of the fuse-links used shall be recorded in the test report.

The test voltage to be used shall be equal to $1,05 U_e$, where U_e corresponds to the operational voltage of the device under test.

The test shall be made as follows.

a) Withstand test

A prospective current corresponding to the rated conditional short-circuit current stated by the manufacturer shall be applied with the equipment in the closed position.

b) Making test

After the withstand test of item a), all equipment according to Table 15 shall be fitted with new fuse-links and closed on to the rated conditional short-circuit current.

Table 15 – Test sequence IV: conditional short-circuit current

Tests	Sub-clause No.	Samples ^c	Types of equipment and order of tests					
			Switch ^a	Fuse-switch and switch-fuse	Disconnector ^a	Disconnector-fuse and fuse-disconnector	Switch-disconnector ^a	Switch-disconnector-fuse and fuse-switch-disconnector
Fuse protected short-circuit withstand	8.3.6.2.1a)	A, B	1	1	1	1	1	1
Fuse protected short-circuit making	8.3.6.2.1b)	A, B	2	2	–	–	2	2
Dielectric verification	8.3.6.3	A, B	3	3	2	2	3	3
Leakage current ^b	8.3.6.4	A, B	–	–	3	3	4	4
Temperature-rise verification	8.3.6.5	A, B	4	4	4	4	5	5
^a Test sequence IV is not mandatory if test sequence III is carried out (see Table 14). ^b Test required only for U_e greater than 50 V. ^c "A" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest rated conditional short-circuit current, or if applicable, "A" are samples of each type according to 8.3.2.1.3d). "B" if applicable, are samples to verify as many combinations of U_e , I_q , AC or DC voltage ratings, to be tested.								

8.3.6.2.2 Test circuit

Subclause 8.3.5.1.2 applies.

8.3.6.2.3 Test circuit calibration

Subclause 8.3.5.2.3 applies.

8.3.6.2.4 Test procedure

For fuse-switches, fuse-disconnectors and fuse-switch-disconnectors, the closing mechanism shall be operated according to 7.2.1.1.

The temporary connections are replaced by the equipment under test and the test current applied according to 8.3.6.2.1.

The recovery voltage shall be maintained for at least 0,05 s after interruption of the test current by the fuse.

8.3.6.2.5 Behaviour of the equipment during the test

Subclause 8.3.5.2.5 applies.

8.3.6.2.6 Condition of the equipment after the test

Subclause 8.3.5.2.6 applies.

8.3.6.3 Dielectric verification

Subclause 8.3.3.4 applies.

8.3.6.4 Leakage current

Subclause 8.3.5.4 applies.

8.3.6.5 Temperature-rise verification

Subclause 8.3.3.6 applies.

8.3.7 Test sequence V: overload performance capability

This test sequence applies to the types of equipment listed in Table 16 and comprises the tests according to the table.

8.3.7.1 Overload test

The equipment shall first be temperature conditioned at room temperature. The test current is $1,6 I_{the}$ or $1,6 I_{th}$ for a period of 1 h, or until one or more of the fuses blow. If the time is less than 1 h, the time shall be recorded in the test report.

The equipment manufacturer shall supply the fuse-links (see IEC 60269 series) to be used for the test. Details of the fuse-links used shall be recorded in the test report.

Subclause 8.3.3.1 applies with the exception that no temperatures have to be measured.

Within 3 min to 5 min after the fuse(s) has (have) operated or the period of 1 h is over, the equipment shall be operated once, i.e. opened and closed. The equipment shall not have undergone any impairment hindering such operation. The force to open the equipment shall not be greater than the actuator test force of 8.2.5.2 and Table 17 of IEC 60947-1.

The time duration of the overload test shall be measured and given in the test report.

8.3.7.2 Dielectric verification

Subclause 8.3.3.4 applies.

8.3.7.3 Leakage current

Subclause 8.3.3.5 applies.

8.3.7.4 Temperature-rise verification

Subclause 8.3.3.6 applies with the addition of the following.

Fuse-links aged during the overload test according to 8.3.7.1 shall be replaced by new fuse-links of the same type and rating.

Table 16 – Test sequence V: overload performance capability

Tests	Sub-clause No.	Samples ^b	Types of equipment and order of tests		
			Fuse-switch and switch-fuse	Disconnect-fuse and fuse-disconnector	Switch-disconnector-fuse and fuse-switch-disconnector
Overload test	8.3.7.1	A	1	1	1
Dielectric verification	8.3.7.2	A	2	2	2
Leakage current ^a	8.3.7.3	A	–	3	3
Temperature-rise verification ^c	8.3.7.4	A	3	4	4
^a Test required only for U _e greater than 50 V. ^b "A" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest rated current I _e , and if applicable, having the maximum temperature-rise according to 8.3.2.1.3 d). ^c By agreement with the manufacturer, the test sequence may be changed so that the temperature-rise verification test follows directly after the overload test, followed by dielectric verification and the leakage current tests, as applicable.					

8.4 Electromagnetic compatibility tests

Subclause 8.4 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

During tests, the following performance criterion applies:

- unintentional separation or closing of contacts shall not occur.

8.4.1 Immunity

8.4.1.1 Equipment not incorporating electronic circuits

No tests are necessary (see 7.3.2.1).

8.4.1.2 Equipment incorporating electronic circuits

The requirements of 7.3.2.2 of IEC 60947-1 apply. To verify compliance with these requirements, the tests contained in Table 6 shall be conducted.

8.4.2 Emission

8.4.2.1 Equipment not incorporating electronic circuits

No tests are necessary (see 7.3.3.1).

8.4.2.2 Equipment incorporating electronic circuits

The requirements of 7.3.3.2 apply. The limits contained in Table 7 shall be verified by tests.

Measurements shall be made in the operating mode, including grounding conditions, producing the highest emission in the frequency band being investigated which is consistent with normal service conditions (see Clause 6).

Each measurement shall be performed in defined and reproducible conditions.

8.5 Special tests

Resistance to mechanical and/or electrical wear is demonstrated by the operational performance test detailed in 8.3.4.1.

Where abnormal service conditions are expected (see also note to 7.2.4.3 of IEC 60947-1), the following tests may be necessary.

8.5.1 Mechanical durability

The mechanical durability test (see 7.2.4.3 and 8.1.5), where required, is made in accordance with the appropriate requirements of 8.3.4.1, except that for equipment suitable for isolation, the maximum value of leakage current shall not exceed 6 mA per pole for all utilization categories.

The total number of operating cycles shall be as declared by the manufacturer.

8.5.2 Electrical durability

The electrical durability test (see 7.2.4.4 and 8.1.5), where required, is made in accordance with the appropriate requirements of 8.3.4.1, except that for equipment suitable for isolation, the maximum value of leakage current shall not exceed 6 mA per pole for utilization categories AC-21, AC-22, AC-23, DC-21, DC-22 and DC-23.

Equipment of utilization categories AC-20A, AC-20B, DC-20A and DC-20B is not submitted to this test.

The total number of operating cycles shall be as declared by the manufacturer.

Annex A (normative)

Equipment for direct switching of a single motor

A.1 General

Switches, switch-disconnectors and fuse-combination units normally intended for direct switching of individual motors shall comply with the additional requirements of this annex. These requirements are essentially the same as the appropriate subclauses of IEC 60947-4-1 and equipment complying with this annex may state on the nameplate the appropriate utilization category according to Table A.1.

A.2 Rated duty

Additional rated duties considered as standard are as follows.

A.2.1 Intermittent periodic duty or intermittent duty

Subclause 4.3.4.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

According to the number of operating cycles which they shall be capable of carrying out per hour, equipment is divided into the following classes:

- class 1: up to 1 operating cycle per hour;
- class 3: up to 3 operating cycles per hour;
- class 12: up to 12 operating cycles per hour;
- class 30: up to 30 operating cycles per hour;
- class 120: up to 120 operating cycles per hour.

A.2.2 Temporary duty

Subclause 4.3.4.4 of IEC 60947-1 applies.

A.3 Making and breaking capacities

An equipment is defined by its making and breaking capacities, in accordance with utilization categories as specified in Table A.2 (see A.4).

A.4 Utilization category

The utilization categories as given in A.2 are considered standard in this annex. Any other type of utilization category shall be based on agreement between manufacturer and user but information given in the manufacturer's catalogue or tender may take the place of such an agreement.

Each utilization category is characterized by the values of the currents and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and of the rated operational voltage, and by the power-factors or time-constants as shown in Table A.2 and other test conditions used in the definitions of the rated making and breaking capacities.

The utilization categories of Table A.2 correspond in principle to the applications listed in Table A.1.

Utilization categories		Typical applications
AC	AC-2	Slip-ring motors: starting, plugging ^a , switching off
	AC-3	Squirrel-cage motors: starting, switching off of motors during running
	AC-4	Squirrel-cage motors: starting, plugging ^a , inching ^b
DC	DC-3	Shunt motors: starting, plugging ^a , inching ^b , dynamic breaking of d.c. motors
	DC-5	Series-motors: starting, plugging ^a , inching ^b , dynamic breaking of d.c. motors
NOTE The switching of rotor circuits, capacitors or tungsten filament lamps shall be subject to special agreement between manufacturer and user.		
^a Plugging is understood to mean stopping or reversing the motor rapidly by reversing motor primary connections while the motor is running. ^b Inching (jogging) is understood to mean energizing a motor once or repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism.		

Utilization categories	Make and break conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	On-time s^b	Off-time s	Number of operating cycles
AC-2	4,0	1,05	0,65	0,05	^c	50
AC-3 ^e	8,0	1,05	^a	0,05	^c	50
AC-4 ^e	10,0	1,05	^a	0,05	^c	50
			L/R ms			
DC-3	4,0	1,05	2,5	0,05	^c	50 ^f
DC-5	4,0	1,05	15,0	0,05	^c	50 ^f
	Make conditions					
Utilization category	I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	On-time s^b	Off-time s	Number of operating cycles
AC-3	10	1,05 ^d	^a	0,05	10	50
AC-4	12	1,05 ^d	^a	0,05	10	50

¹ I = current made. The making current is expressed in d.c. or a.c. r.m.s. symmetrical values but it is understood that for a.c. the peak value of the asymmetrical current corresponding to the power-factor of that circuit may assume a higher value.
¹ I_c = current made and broken, expressed in d.c. or a.c. r.m.s. symmetrical values.
¹ I_e = rated operational current.
¹ U = applied voltage.
¹ U_r = power frequency or d.c. recovery voltage.
¹ U_e = rated operational voltage.
¹ $\cos \phi$ = power-factor of test circuit.
¹ L/R = time-constant of test circuit.

^a $\cos \phi = 0,45$ for $I_e \leq 100$ A, $0,35$ for $I_e > 100$ A.
^b Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.
^c See Table A.3.
^d For U/U_e a tolerance of $\pm 20\%$ is accepted.
^e The make conditions shall also be verified but may be combined with the make and break test if agreed by the manufacturer. The making current multiples are to be as shown for I/I_e and the breaking current as shown for I_c/I_e . The off-time is to be taken from Table A.3.
^f 25 operating cycles with one polarity and 25 operating cycles with reverse polarity.

Table A.3 – Relationship between current broken I_C and off-time for the verification of the rated making and breaking capacities

Current broken I_c	Off-time
A	s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80
$800 < I_c \leq 1\,000$	100
$1\,000 < I_c \leq 1\,300$	140
$1\,300 < I_c \leq 1\,600$	180
$1\,600 < I_c$	240

The values of off-time may be reduced if agreed by the manufacturer.

A.5 Operational performance

Subclause 7.2.4.2 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

Equipment shall be capable of making and breaking currents without failure under the conventional conditions stated in Table A.4 for the required utilization categories and the number of operations indicated therein.

**Table A.4 – Operational performance –
Conditions for making and breaking corresponding to several utilization categories**

Utilization categories	Make and break conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	On-time s ^b	Off-time s	Number of operating cycles
AC-2	2,0	1,05	0,65	0,05	^c	6 000
AC-3	2,0	1,05	^a	0,05	^c	6 000
AC-4	6,0	1,05	^a	0,05	^c	6 000
			L/R ms			
DC-3	2,5	1,05	2,0	0,05	^c	6 000 ^d
DC-5	2,5	1,05	7,5	0,05	^c	6 000 ^d

I_c = current made or broken. The making current is expressed in d.c. or a.c. r.m.s. symmetrical values but it is understood that the actual value will be the peak value corresponding to the power-factor of the circuit.
 I_e = rated operational current.
 U_r = power frequency or d.c. recovery voltage.
 U_e = rated operational voltage.

^a $\cos \phi = 0,45$ for $I_e \leq 100$ A, $0,35$ for $I_e > 100$ A.
^b Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.
^c These off-times shall be not greater than the values specified in Table A.3.
^d 3 000 operating cycles with one polarity and 3 000 operating cycles with reverse polarity.

A.6 Mechanical durability

Subclause 7.2.4.3.1 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

The preferred numbers of no-load operating cycles expressed in millions are

0,001 – 0,003 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 and 1.

If no mechanical endurance is stated by the manufacturer, a class of intermittent duty implies a minimum mechanical endurance corresponding to 8 000 h of operation at the highest corresponding frequency of operating cycles.

A.7 Electrical durability

Subclause 7.2.4.3.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

The total number of on-load operating cycles shall be as declared by the manufacturer.

A.8 Verification of making and breaking capacities

See 8.3.3.3 except that the test values shall be in accordance with Tables A.2 and A.3.

With the agreement of the manufacturer, the tests of A.8 and A.9 may be conducted on the same sample.

A.9 Operational performance test

See 8.3.4.1 except that the test conditions shall be in accordance with Table A.4.

With the agreement of the manufacturer, the tests of A.8 and A.9 may be conducted on the same sample.

A.10 Special tests

Resistance to mechanical and/or electrical wear is demonstrated by the operational performance test detailed in A.9.

Where abnormal service conditions are expected (see also note to 7.2.4.3 of IEC 60947-1) the following tests may be necessary.

A.10.1 Mechanical durability test

A.10.1.1 Condition of the equipment for tests

The equipment shall be installed as for normal service; in particular, the conductors shall be connected in the same manner as for normal use.

During the test there shall be no voltage or current in the main circuit. The equipment may be lubricated before the test if lubrication is prescribed in normal service.

A.10.1.2 Operating conditions

The equipment shall be operated as in normal service.

A.10.1.3 Test procedure

- a) The tests are carried out at the frequency of operations corresponding to the class of intermittent duty. However, if the manufacturer considers that the equipment can satisfy the required conditions when using a higher frequency of operations, he may do so.
- b) The number of operating cycles to be carried out shall be not less than the number of no-load operating cycles stated by the manufacturer.
- c) After each tenth of the total number of operations has been carried out, it is permissible before carrying on with the test
 - to clean the whole equipment without dismantling;
 - to lubricate parts for which lubrication is prescribed by the manufacturer for normal service;
 - to adjust the travel and the pressure of the contacts if the design of the equipment enables this to be done.
- d) This maintenance work shall not include any replacement of parts.

A.10.1.4 Results to be obtained

Following the tests of mechanical durability, the equipment shall still be capable of complying with the normal operating conditions at room temperature. There shall be no loosening of the parts used for connecting the conductors.

A.10.2 Electrical durability test

With respect to its resistance to electrical wear, an equipment is, by convention, characterized by the number of on-load operating cycles, corresponding to the different utilization categories given in Table A.5 which can be made without repair or replacement.

In all cases, the speed and number of operating cycles shall be chosen by the manufacturer.

The tests shall be taken as valid if the values recorded in the test report differ from the values specified only within the tolerances stated in 8.3.2.2.2 of IEC 60947-1.

Tests shall be carried out with the equipment under the appropriate conditions of A.10.1.1 and A.10.1.2 using the test procedure, where applicable, of A.10.1.3, except that replacement of contacts is not permitted.

After the test, the equipment shall fulfil the normal operating conditions specified in 8.3.3.2 and withstand a dielectric test voltage of twice the rated operational voltage U_e , but not less than 1 000 V, applied only as specified in 8.3.3.4.1, item 4) b), of IEC 60947-1.

**Table A.5 – Verification of the number of on-load operating cycles –
Conditions for making and breaking corresponding to several utilization categories**

Utilization categories	Values of the rated operational current	Make			Break		
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi^a$	I_C/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi^a$
AC-2	All values	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	$I_e \leq 17A$	6	1	0,65	1	0,17	0,65
	$I_e > 17A$	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4	$I_e \leq 17A$	6	1	0,65	6	1	0,65
	$I_e > 17A$	6	1	0,35	6	1	0,35
		I/I_e	U/U_e	L/R^b ms	I_C/I_e	U_r/U_e	L/R^b ms
DC-3	All values	2,5	1	2	2,5	1	2
DC-5	All values	2,5	1	7,5	2,5	1	7,5

I_e = rated operational current.
 U_e = rated operational voltage.
 I = current made. In a.c. the conditions for making are expressed in r.m.s. symmetrical values but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding the power-factor of the circuit, may assume a higher value.
 U = applied voltage.
 U_r = power frequency and d.c. recovery voltage.
 I_C = current broken.

^a Tolerance for $\cos \phi$: $\pm 0,05$.
^b Tolerance for L/R : ± 15 %.

Annex B (informative)

Items subject to agreement between manufacturer and user

NOTE For the purpose of this annex

- "agreement" is used in a very wide sense;
- "user" includes testing stations.

Annex J of IEC 60947-1 applies with regard to clauses and subclauses of this part, with the following additions.

Clause or subclause numbers of this part	Items
4.4	Switching of capacitors or of tungsten filament lamps
7.1.7.1 note	Locking in the closed position for particular applications
7.2.4.2 and Table 4	Increase of the operating rate for the verification of the operational performance
8.3.3.3.1	Time interval greater than 30 s ± 10 s between close-open cycles for making and breaking capacity test of equipment of $I_{th} > 400$ A For categories AC-23A and AC-23B testing of making and breaking capacities by make cycles at 10 I_e followed by the same number of make-break cycles at 8 I_e
8.3.3.3.3	Verification of making and breaking capacities for utilization categories DC-22 and DC-23: replacement of the load of the test circuit by a motor
8.3.5.2.3	AC test circuit calibration for the short-circuit making capacity test in the case of d.c. equipment
Annex A A.4	Utilization categories other than those listed in Table A.2
Table A.1	Switching of rotor circuits, capacitors or tungsten filament lamps
A.8	Verification of making and breaking capacities
A.9	Operational performance test

Annex C (normative)

Single pole operated three pole switches

C.1 General

All requirements of this part apply except where modified by the following.

The test requirements according to this part for verification of making and breaking capacities, operational performance and conditional short-circuit withstand, apply to devices with poles operated simultaneously. They are therefore not suitable for three-phase switches operated pole by pole.

Important characteristics of three-phase switches operated pole by pole and relevant for the above mentioned tests are as follows.

- The three poles are operated individually and are positioned adjacent to each other.
The three phases can typically be situated beside each other (horizontal version, see Figure C.1 b)) or below each other (vertical version, see Figure C.1 a)).
- The sequence of operation of the poles is at the discretion of a skilled operator.
- The design of the individual poles shall be fundamentally the same.

The position of the device under test shall be defined by the manufacturer and stated in the test report.

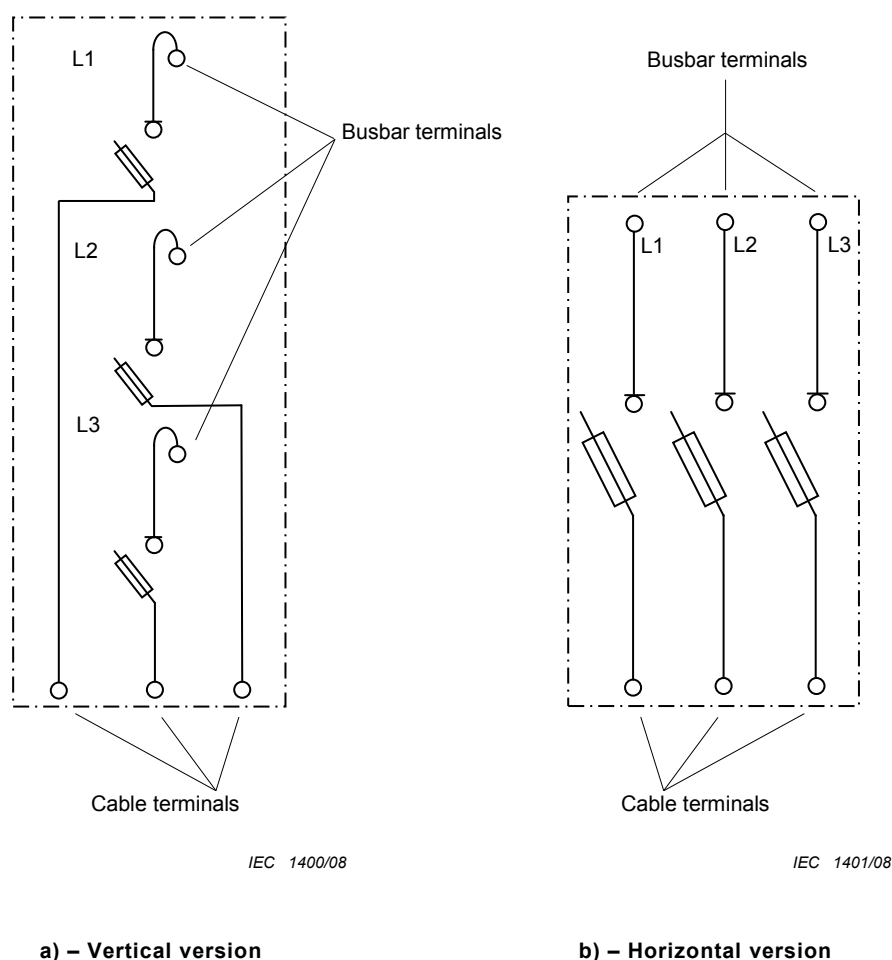


Figure C.1 – Typical arrangements

C.2 Tests

When testing single pole operated three pole switches, the relevant test sequences of Table 10 shall be applied with the following identified tests, modified in accordance with Clause C.3:

- 8.3.3.3 Making and breaking capacities of test sequence I;
- 8.3.4.1 Operational performance of test sequence II;
- 8.3.6.2 Fuse protected short-circuit withstand. b) Making of test sequence IV.

C.3 Test set-up and sequence

C.3.1 Making and breaking capacities (8.3.3.3) and operational performance (8.3.4.1)

Test 1: With L1 and L2 closed, L3 is subjected to the required make-break operation cycle.

Test 2: With L2 closed and L3 open, L1 is subjected to the required make-break operation cycle.

All tests shall be performed in a three-phase test circuit according to Figure 5 of IEC 60947-1.

C.3.2 Fuse protected short-circuit test (8.3.6.2)

For the making test of the fuse-switch, the following test shall be applied.

With L1 open and L2 closed, L3 is subjected to the required make operation cycle. The test shall be performed in a three-phase test circuit according to Figure 11 of IEC 60947-1.

C.4 Condition of equipment after tests

The equipment shall comply with the relevant clauses of 8.3.3.3.6, 8.3.4.1.6 and 8.3.5.2.6.

C.5 Instructions for use

The manufacturer shall include within the product literature the following statement.

These devices are intended for power distribution systems where switching and/or isolation of an individual phase may be necessary and shall not be used for the switching of the primary circuit of three-phase equipment.

Annex D **(normative)**

Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units for use in photovoltaic (PV) d.c. applications

D.1 General

As part of the answer to the challenge of sustainable development, the number of photovoltaic (PV) installations is increasing. This latest development in photovoltaic (PV) technology is challenging the conventional approach to energy sources and power distribution systems, including their operating conditions and environment.

PV applications have particular characteristics and require equipment with specific performance. These performance requirements are identified for IEC 60947-3 products in this annex.

NOTE The abbreviation "PV" (photovoltaic) is used in this annex.

The provisions of IEC 60947-3 are applicable to equipment specified in this annex, where specifically identified. Clauses, subclauses, tables, figures and annexes of IEC 60947-3 thus applicable are identified by their particular reference, for example as "4.3.4.1", "Table 2" or "Annex A".

D.1.1 Scope and object

This annex apply to d.c. switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units, rated up to 1 500 V d.c., intended for use in photovoltaic (PV) systems, and hereafter referred to as "PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units".

Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units used in PV systems are subject to electrical, environmental and operational conditions that differ from the general conditions taken into account in the body of this standard. The requirements have thus been adapted to reflect these conditions of use.

The object of this annex is to state:

- the requirements for PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units to be used on the d.c. side of PV applications;
- the tests to verify that the product performance is consistent with the PV applications and the expected life in PV environmental conditions.

D.1.2 Normative references

Subclause 1.2 applies with the following additions:

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 62208:2011, *Empty enclosures for low-voltage switchgear and controlgear assemblies – General requirements*

D.2 Terms and definitions

Clause 2 applies with the following additions:

D.2.3 critical load current

I_{crit}
value of breaking current, within the range of service conditions, at which the arcing time is significantly extended

Note 1 to entry: This phenomenon, crucial for PV applications, is due to the low magnetic field coming from the arc current, creating a slow moving arc.

[SOURCE: IEC 60947-1:2007, 2.5.16, modified – addition of the Note 1 to entry.]

D.3 Classification

Clause 3 applies with the following changes:

D.3.1 According to the utilization category

For PV applications the utilization categories given in existing Table 2 are replaced by DC-PV0, DC-PV1 or DC-PV2 (see Table D.1).

D.4 Characteristics

Clause 4 applies with the following changes:

D.4.3.5.1 Ability to withstand motor switching overload currents

Subclause 4.3.5.1 is not applicable.

D.4.3.5.2 Rated making capacity

Replace, in the second paragraph of 4.3.5.2, "Table 3" by "Table D.5".

D.4.3.5.3 Rated breaking capacity

Replace, in the second paragraph of 4.3.5.3, "Table 3" by "Table D.5".

D.4.3.6.1 Rated short-time withstand current (I_{cw})

Subclause 4.3.6.1 applies as follows:

Equipment with utilization category:

- a) DC-PV1: rated short-time withstand current is not applicable;
- b) DC-PV0 and DC-PV2: in accordance with 4.3.6.1.

D.4.4 Utilization category

Replace the existing text of 4.4 by the following:

The utilization categories define the intended application and are given in Table D.1.

Each utilization category is characterized by the values of the currents and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and rated operational voltage, as well as the time constant of the circuit. The conditions for making and breaking given in Table D.5 correspond to the application listed in Table D.1.

Table D.1 – Utilization categories

Utilization category	Typical applications
DC-PV0	Opening and closing a PV circuit to provide disconnection when no current is flowing.
DC-PV1	Connecting and disconnecting single PV string(s) where reverse currents and significant overcurrent cannot occur.
DC-PV2	Connecting and disconnecting PV circuits where significant overcurrents may prevail and where current flow can be in both directions; for example, where several strings are connected in parallel and to the same inverter, or, one or more strings with a battery.

D.5 Product information

Clause 5 applies with the following modifications:

D.5.2 Marking

Replace the last paragraph of 5.2.1 by the following new paragraph:

Devices of utilization category AC-20A, AC-20B, DC-20A, DC-20B and DC-PV0 shall be marked "Do not operate under load", unless the device is interlocked to prevent such operation.

Replace the existing item 5.2.2.c) by the following:

- c) rated operational currents (or rated powers) with the corresponding rated operational voltage and utilization category (see 4.3.1, 4.3.2 and D.4.4);

Add to the existing list in 5.2.2 the following new item h):

- h) PV category: "DC-PV0", "DC-PV1" or "DC-PV2".

Add to the existing list in 5.2.4 the following new items h), i), j) and k):

- h) diagram and method of series connecting poles of mechanical switching devices for each operational rating;
- i) appropriate connection to the PV generator and load, if applicable;
- j) "+" and "-" polarities, if applicable;
- k) suitable for indoor or outdoor use.

D.6 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 applies, with the following changes:

This annex covers the use of PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units for use in the alternative service arrangements detailed in Table D.2.

Table D.2 – Service arrangements

Unenclosed	Unenclosed PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors or PV fuse-combination units that have a conventional free air thermal current rating and which are suitable for installation within a cabinet or enclosure.
Enclosed	Enclosed PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors or PV fuse-combination units that have a conventional enclosed thermal current rating and which are suitable for installation in indoor or outdoor locations.

D.6.1.1 Ambient air temperature

Replace 6.1.1 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 by the following:

The ambient air temperature does not exceed the maximum and minimum values given in Table D.3. Daily average ambient temperature over a period of 24 h does not exceed 35 °C.

Table D.3 – Environmental conditions

Environmental class	Maximum ambient temperature without de-rating	Minimum ambient temperature	Comment
Unenclosed	+40 °C	–5 °C	Guidance on de-rating for higher ambient air temperature up to 70 °C may be provided. In addition guidance on operation at temperature lower than –5 °C may also be given.
Enclosed – Indoor	+40 °C	–5 °C	Normal indoor service conditions in accordance with Clause 6.
Enclosed – Outdoor	+40 °C (without solar effects)	–25 °C	Rating apply when the enclosed equipment is subject to solar radiation of 1,2 kW/m ² and the maximum ambient temperature. Guidance may be provided on de-rating of enclosed equipments to be installed in locations with a higher maximum ambient temperature and/or lower minimum ambient temperature

Ambient air temperature is that existing in the vicinity of the equipment if supplied without an enclosure, or in the vicinity of the enclosure if supplied with an enclosure.

D.7 Constructional and performance requirements

Clause 7 applies with the following addition:

Enclosures shall comply with IEC 62208.

D.7.1.4 Clearances and creepage distances

Subclause 7.1.4 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies with the following modification:

The minimum rated impulse voltage shall be in accordance with Table D.4.

D.7.1.12 Degrees of protection of enclosed equipment

Subclause 7.1.12 of IEC 60947-1:2007 applies with the following addition:

The degree of protection provided by the enclosure against contact with live parts, ingress of solid foreign bodies and water as indicated by the IP code according to Annex C of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, shall be declared by the manufacturer. For indoor enclosed and outdoor enclosed equipment this shall not be less than IP2X and IP33, respectively.

D.7.2.3 Dielectric properties

Subclause 7.2.3 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies with the following changes:

PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall have a rated impulse withstand voltage as given in Table D.4.

NOTE In general, for PV circuits, overvoltage category II is assumed, and the impulse withstand voltage ratings for the PV circuit are assigned based on the PV system voltage, with a minimum impulse voltage of 2,5 kV.

Table D.4 – Rated impulse withstand levels for PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors or PV fuse-combination units

Maximum value of rated operational voltage d.c. V	Impulse withstand voltage used in d.c. PV equipment kV
300	2,5
600	4,0
1 000	6,0
1 500	8,0
NOTE 1 Interpolation is not permitted in main circuits.	
NOTE 2 These values are based on requirements in IEC 60364-7-712 for overvoltage category II as defined in IEC 60664-1 and IEC TR 60664-2-1:2011, Annex D.	
NOTE 3 The application of surge arrestors is the responsibility of the assembly/installation designer.	

D.7.2.4.1 Making and breaking capacities

Replace 7.2.4.1 by the following:

PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall be capable of interrupting any current up to their rated making and breaking capacities. Compliance with these requirements is checked by the tests of 8.3.3 as modified by D.8.3.3.3.1.

The rated making and breaking capacities are stated by reference to the rated operational voltage, rated operational current and to the PV utilization category according to Table D.5.

Test conditions are as specified in D.8.3.3.3.1.

For PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units with a utilization category DC-PV1 the test supply shall be connected in accordance with the terminal markings (generator, load, “+” and “-”). Equipment with a utilization category DC-PV2 shall have one sequence of tests carried out on a sample with the test supply and load connected to the main poles as convenient. Unless the manufacturer can demonstrate the contact system and arc control arrangement is symmetrical in respect of current flow in each pole, the sequence shall then be repeated on a new sample with the supply and load terminals interchanged.

Table D.5 – Verification of rated making and breaking capacities (see 8.3.3.3) – Conditions for making and breaking corresponding to the DC-PV category

Utilization categories	Making and breaking			Number of operating cycles ^a
	I/I_e and I_c/I_e	U/U_e	L/R ms	
DC-PV0	–	–	–	
DC-PV1	1,5	1,05	1	5
DC-PV2	4	1,05	1	5
^a One switching operation without current between each making and breaking operation is allowed, providing it does not alter the time interval between the prescribed operations as defined in D.8.3.3.3.1.				

D.7.2.4.2 Operational performance

Replace 7.2.4.2 by the following:

Tests concerning the verification of the operational performance of equipment are intended to verify that the equipment is capable of making and breaking without failure any current up to the rated current, including the critical load current. Compliance with the operational performance requirements is checked by the tests of 8.3.4 as modified by D.8.3.4.1.1.

NOTE Requirements for operation at the critical load current is dealt with separately in D.7.2.8.

The number of operating cycles and the test circuit parameters for the operational performance tests for the various utilization categories are given in Table D.6 and Table D.7.

Test conditions are as specified in D.8.3.4.1.1.

For PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units with a utilization category DC-PV1, the test supply shall be connected in accordance with the terminal markings (generator, load, “+” and “-”). Equipment with a utilization category DC-PV2 shall have one sequence of tests carried out on a sample with the test supply and load connected to the main poles as convenient. Unless the manufacturer can demonstrate the contact system and arc control arrangement is symmetrical in respect of current flow in each pole, the sequence shall then be repeated on a new sample with the supply and load terminals interchanged.

Table D.6 – Number of operating cycles

Rated operational current I_e A	Number of operating cycles per hour	Number of operating cycles ^a		
		Without current	With current ^c	Total ^d
$I_n \leq 100$	120	9 700	300	10 000
$100 < I_n \leq 315$	120	7 800	200	8 000
$315 < I_n \leq 630$	60	4 800	200	5 000
$630 < I_n \leq 2 500$	20	2 900	100	3 000
$2 500 < I_n$	10	1 900	100	2 000
^a At the discretion of the manufacturer, the number of operating cycles with current may be increased whilst the total number of operating cycles remains unchanged. ^b Column 2 gives the minimum operating rate. This operating rate may be increased with the consent of the manufacturer, in which case the rate used shall be stated in the test report. ^c During each operating cycle, the PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall remain closed for a sufficient time to ensure that the full current is established, but not exceeding 2 s. ^d PV disconnectors shall comply with the number of operating cycles in the “Total” column without current.				

Table D.7 – Test circuit parameters for Table D.6

Utilization categories	Making and breaking		
	I/I_e and I_c/I_e	U/U_e	L/R ms
DC-PV1	1	1	1
DC-PV2	1	1	1
Key I making current I_c breaking current I_e rated operational current U applied voltage U_e rated operational voltage			

D.7.2.4.4 Electrical durability

Subclause 7.2.4.3.2 of IEC 60947-1:2007 applies. Test conditions are specified in D.8.5.2.

D.7.2.8 Critical load current performance

The main circuits of an equipment shall be capable of making and breaking its critical load current according to D.8.3.8 and as verified by test sequence VI.

D.8 Tests

Clause 8 applies with the following modifications:

D.8.3.1 Test sequences

Subclause 8.3.1 applies with the following addition:

Add to existing Table 10 the following new sequences listed in new Table D.8:

Table D.8 – Overall scheme of test sequences (addition)

Sequences	Test
Critical load current performance (see D.8.3.8)	Critical load current test Dielectric verification Leakage current ^a Temperature rise verification
Thermal cycling (see D.8.3.9)	Thermal cycling test Temperature rise verification Mechanical operation Dielectric verification
Climatic (see D.8.3.10)	Climatic test Temperature rise verification
Temperature rise verification with solar effects – Enclosed outdoor units only (see D.8.3.11)	Temperature rise verification with simulated solar effects
Verification of resistance of insulating materials to abnormal heat and fire (see D.8.3.12)	Glow wire test
Degree of protection – enclosed units only (see D.8.3.13)	IP test
Clearance and creepage distances (see D.8.3.14)	Measurement of creepage and clearance distances
EMC (see D.8.4)	EMC test
^a Only required for equipment suitable for isolation of rated voltage greater than 50 V.	

D.8.3.2 General test conditions

D.8.3.2.1 General requirements

Subclause 8.3.2.1 applies with the following addition:

For all tests, the connection of poles of the PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall be as in accordance with the manufacturer installation instructions.

D.8.3.3.3.1 Test values and conditions

Subclause 8.3.3.3.1 applies with the following modifications:

Replace all references to "Table 3" by "Table D.5".

Subclause 8.3.3.3.1, seventh paragraph is not applicable.

D.8.3.4.1.1 Test values and conditions

Subclause 8.3.4.1.1 applies with the following modifications:

Replace all references to existing "Table 4" and "Table 5" by "Table D.6" and "Table D.7", respectively.

D.8.3.5.1.2 Test circuit

Replace 8.3.5.1.2 by the following:

Subclause 8.3.4.1.2 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies.

The time constant of the test circuit shall be 1 ms.

At the discretion of the manufacturer, a higher value of time constant may be used. In this case, it should be stated in the test report.

D.8.3.6.2.2 Test circuit

Replace 8.3.6.2.2 by the following:

Subclause D.8.3.5.1.2 applies.

D.8.3.7.1 Overload test

Subclause 8.3.7.1 applies with the following changes:

Replace the existing first paragraph with the following:

The equipment shall first be temperature-conditioned at room temperature. The test current is $1,45 \times I_{the}$ or $1,45 \times I_{th}$ for a period of 1 h, or until one or more of the gPV fuse-links operate.

If the time is less than the specified period, the time shall be recorded in the test report.

D.8.3.8 Test sequence VI: critical load current performance

D.8.3.8.1 Determination of critical load current

D.8.3.8.1.1 Test values and conditions

This test does not apply to PV disconnectors, PV fuse-disconnectors and PV disconnector-fuses.

The test shall be made at the rated operational voltage U_e assigned by the manufacturer to the PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units.

The time constant of the test circuit shall be 1 ms.

At the discretion of the manufacturer, a higher value of time constant may be used. The same value of time constant should be used for all tests carried out to determine the critical load current. In this case, it should be stated in the test report.

The PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall be opened seven times, manually or mechanically at the manufacturer's discretion, on to each of the test currents: 4 A, 8 A, 16 A, 32 A and 63 A, and steps of two times the previous current thereafter until a maximum arcing time is determined, without exceeding rated operational current. If the extinction time does not show a peak with shorter times each side, within the range of test currents, there is no critical load current. If a maximum in arcing time is shown, this is at the critical load current. Test currents shall be within the nominated value $\pm 10\%$. At the manufacturer's discretion, the test at each value of current may be carried out on a new sample.

During each cycle, the PV switches, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall remain closed for a time sufficient to ensure that the full current is established, but not exceeding 2 s.

The number of operating cycles per hour shall be in accordance with Table D.6.

In the case of equipment of Category DC-PV1, all the operations shall be with the supply connected in accordance with the generator and load markings. Tests on equipments in accordance with DC-PV2 shall be carried out:

- a) with the supply connected to the terminals as determined by the manufacturer, when the manufacturer demonstrates the equipment has a symmetrical contact system and arc control arrangement in respect of the current flow in each pole; or
- b) with the first four operations with the supply connected in one direction followed by three operations in the opposite direction on the same sample, when the equipment does not have symmetrical contacts system and arc control arrangement in respect of current flow in each pole.

D.8.3.8.1.2 Test circuit

Subclause 8.3.4.1.2 applies.

D.8.3.8.1.3 Critical load current

The time of the arc extinction during the test shall be recorded and shall not exceed 1 s.

When all operations are carried out with the current flow in the same direction, for each value of test current the average extinction time for the last six operations is calculated. When the operations are carried out with current flow in both directions, the average of the last three operations in each direction shall be calculated. I_{crit} is the current corresponding to the maximum average extinction time. If no critical load current is identified below the rated operational current, the critical load current performance test need not be carried out.

D.8.3.8.2 Critical load current performance

The test may be carried out on a new sample. This test sequence is identical as test sequence II, except existing Table 4 and Table 5 are replaced by new Table D.9 and Table D.10, respectively. The test supply shall be connected in accordance with the generator – load and polarity markings where applicable. For switches capable of current flow in both directions, the

supply shall be connected so as to provide the longest arc duration at the critical load current, as determined in D.8.3.8.1.3.

Table D.9 – Number of operating cycles corresponding to the critical load current

Category	Rating of the product A	Number of operating cycles per hours	Number of operating cycles at I_{crit}
DC-PV1 and DC-PV2	$I_e \leq 315$	120	100
	$315 < I_e \leq 630$	60	100
	$630 < I_e \leq 2\,500$	20	100
	$I_e < 2\,500$	10	100

Table D.10 – Test circuit parameters for Table D.9

Utilization category	Rated operational current	Making and Breaking		
		I	UIU_e	L/R ms
DC-PV1 and DC-PV2	All values	I_{crit}	1,05	1

D.8.3.9 Thermal cycling test

PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units, including the enclosure where applicable, shall be subjected to temperature cycling test according to IEC 60068-2-14, test Nb, comprising 50 cycles, each cycle consisting of 1 h at -40°C followed by 1 h at $+85^\circ\text{C}$. The test should be performed when the product is in closed position. The temperature change rate shall be 1 K/min. At the conclusion of the 50 cycles, the equipment shall be returned to room temperature of $25 \pm 5^\circ\text{C}$ for a minimum of 3 h.

The equipment shall then be subjected to

- visual inspection to confirm that there is no distortion or damage to parts that will affect normal operation and protection;
- one open and close operation to confirm normal mechanical operation;
- temperature rise test of 8.3.3.6;
- dielectric test in accordance with 8.3.3.4.

The number of samples shall be in accordance with the requirements of Table 11 of the present standard for test sequence I.

D.8.3.10 Climatic test

PV switches, PV disconnectors, PV switch-disconnectors and PV fuse-combination units shall be subjected to the climatic tests of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014, Annex Q, category B: environment subject to temperature and humidity, except that the dry heat test and the low temperature test are not required, as they are deemed to be covered by the thermal cycling test above.

Product verification during and after the test shall comply with the relevant requirements of 8.3.3.6.

The number of samples shall be in accordance with the requirements of Table 11 of the present standard for test sequence I. At the discretion of the manufacturer, this test may be combined with the thermal cycling test and made on the same samples.

D.8.3.11 Temperature rise verification with solar effects – Outdoor units only

These tests only apply to enclosed units. The test shall be carried out in accordance with 8.3.3.1 plus the following additional solar effects.

The most onerous solar effects on the assembly are assumed to be mid morning or mid afternoon when the top, back or front and one adjacent side of the unit is subject to solar radiation. At this time the maximum solar radiation is reduced by approximately 10 %.

For the duration of the temperature rise test, radiant heat lamps shall be used to simulate the effects of solar radiation on the top, front or back and one adjacent side of the test sample. These shall be arranged such that the average solar radiation received by the sample under test, perpendicular to the surface being considered is

Top	$[0,9 \times 1,2/\sqrt{2}] = 0,76 \text{ kW/m}^2$
Front or back	$[0,9 \times 1,2/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0,54 \text{ kW/m}^2$
Side	$[0,9 \times 1,2/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0,54 \text{ kW/m}^2$

A pyranometer shall be used to measure the simulated level of solar radiation.

The ambient air temperature sensing means shall be so positioned and/or sufficiently distant from the radiant heat lamps that they are not affected by the radiation.

The average level of radiation on each of the exposed surface shall be recorded in the test report.

At the conclusion of the test, the temperature rise shall not exceed 80 K on the terminals for external connections, assuming a maximum shade ambient temperature of 40 °C. No other value is specified but no damage shall be caused to adjacent parts of insulating materials.

Operators should note that the temperatures of external parts that are exposed to solar radiation may be high and precautions should be taken if they need to be touched.

D.8.3.12 Verification of resistance of insulating materials to abnormal heat and fire

Insulating materials shall meet glow wire test requirements in accordance with 8.2.1.1.1 of IEC 60947-1:2007.

D.8.3.13 Degree of protection – Enclosed equipment

Ingress protection (IP) tests shall be carried out on enclosed equipment in accordance with Annex C of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 to confirm the degree of protection declared by the manufacturer has been attained.

D.8.3.14 Clearance and creepage distances

Clearance and creepage distances shall be measured to confirm compliance with D.7.1.4 (see Annex G of IEC 60947-1:2007 for guidance on measurement of clearance and creepage distances).

D.8.4 Electromagnetic compatibility tests

Electromagnetic compatibility shall be verified in accordance with 8.4.

D.8.5.2 Electrical durability

Replace 8.5.2 by the following:

The electrical durability test (see D.7.2.4.4 and 8.1.5), where required, is made in accordance with the appropriate requirements of 8.3.4.1 as modified by D.8.3.4.1.1, except that for equipment suitable for isolation, the maximum value of leakage current shall not exceed 2 mA per pole for utilization categories DC-PV1 and DC-PV2.

The total number of operating cycles shall be declared by the manufacturer.

Bibliography

IEC 60364-7-712:2002, *Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*

IEC 60617-DB², *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC TR 60664-2-1:2011, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 2-1: Application guide – Explanation of the application of the IEC 60664 series, dimensioning examples and dielectric testing*

² “DB” refers to the IEC on-line database.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	70
1 Généralités	72
1.1 Domaine d'application et objet	72
1.2 Références normatives	73
2 Termes, définitions et index des termes	74
2.1 Généralités	74
2.2 Index alphabétique des termes	74
2.3 Termes et définitions	75
2.4 Résumé des types d'équipements	77
3 Classification	78
3.1 Suivant la catégorie d'emploi	78
3.2 Suivant le mode de manœuvre du matériel manœuvré manuellement	78
3.3 Suivant l'aptitude au sectionnement	78
3.4 Suivant le degré de protection assuré	79
4 Caractéristiques	79
4.1 Enumération des caractéristiques	79
4.2 Type du matériel	79
4.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal	79
4.4 Catégorie d'emploi	81
4.5 Circuits de commande	82
4.6 Circuits auxiliaires	82
4.7 Relais et déclencheurs	82
4.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)	82
5 Informations sur le matériel	82
5.1 Nature des informations	82
5.2 Marquage	82
5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	84
6 Conditions normales de service, de montage et de transport	84
7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	84
7.1 Dispositions constructives	84
7.2 Dispositions relatives au fonctionnement	85
7.3 Compatibilité électromagnétique	88
8 Essais	90
8.1 Nature des essais	90
8.2 Essais de type pour les dispositions constructives	91
8.3 Fonctionnement	92
8.4 Essais de compatibilité électromagnétique	110
8.5 Essais spéciaux	111
Annexe A (normative) Matériel pour la commande directe d'un seul moteur	112
Annexe B (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur	118
Annexe C (normative) Interrupteurs tripolaires à commande unipolaire	119
Annexe D (normative) Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles destinés à une utilisation dans les applications c.c. photovoltaïques (PV)	122
Bibliographie	135

Figure C.1 – Dispositions typiques.....	120
Tableau 1 – Résumé des définitions des matériels	78
Tableau 2 – Catégories d'emploi	82
Tableau 3 – Vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure (voir 8.3.3.3) – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi	86
Tableau 4 – Vérification du fonctionnement en service – Nombre de cycles de manœuvres suivant le courant assigné d'emploi	87
Tableau 5 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau 4.....	87
Tableau 6 – Essais d'immunité.....	89
Tableau 7 – Limites d'émission.....	90
Tableau 9 – Liste des essais de type applicables à un matériel donné	92
Tableau 10 – Schéma d'ensemble des séquences d'essais.....	93
Tableau 11 – Séquence d'essais I: caractéristiques générales de fonctionnement.....	97
Tableau 12 – Limites d'échauffement des bornes et des parties accessibles.....	100
Tableau 13 – Séquence d'essais II: aptitude au fonctionnement en service	101
Tableau 14 – Séquence d'essais III: aptitude au fonctionnement en court-circuit.....	103
Tableau 15 – Séquence d'essais IV: courant de court-circuit conditionnel	108
Tableau 16 – Séquence d'essais V: aptitude au fonctionnement en surcharge	110
Tableau A.1 – Catégories d'emploi	113
Tableau A.2 – Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi	113
Tableau A.3 – Relation entre le courant coupé I_C et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure.....	114
Tableau A.4 – Fonctionnement en service – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi	114
Tableau A.5 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi	117
Tableau D.1 – Catégories d'emploi	124
Tableau D.2 – Agencements de service.....	125
Tableau D.3 – Conditions environnementales	125
Tableau D.4 – Niveaux de tenue aux chocs assignés pour les interrupteurs PV, les sectionneurs PV, les interrupteurs sectionneurs PV ou les combinés fusibles PV	126
Tableau D.5 – Vérification des pouvoirs d'établissement et de coupure assignés (voir 8.3.3.3) – Conditions d'établissement et de coupure correspondant à la catégorie c.c.- PV	127
Tableau D.6 – Nombre de cycles de manœuvres	128
Tableau D.7 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau D.6.....	128
Tableau D.8 – Schéma d'ensemble des séquences d'essais (complément)	129
Tableau D.9 – Nombre de cycles de manœuvres correspondant au courant critique de charge	132
Tableau D.10 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau D.9	132

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles

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. A 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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60947-3 porte le numéro d'édition 3.2. Elle comprend la troisième édition (2008-08) [documents 17B/1601/FDIS et 17B/1608/RVD], son amendement 1 (2012-02) [documents 17B/1758/FDIS et 17B/1763/RVD] et son amendement 2 (2015-07) [documents 121A/42/FDIS et 121A/46/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à ses amendements.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par les amendements 1 et 2. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60947-3 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de l'IEC: Appareillage.

Le document 17B/1601/FDIS, circulé comme amendement 3 auprès des Comités nationaux, a conduit à la publication de cette nouvelle édition.

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

- alignement avec la cinquième édition de l'IEC 60947-1;
- une manœuvre de commutation sans courant est admise entre une manœuvre d'établissement et de coupure (Tableau 3);
- un nombre accru de manœuvres pour AC-23 est admis avec l'accord du fabricant (Tableau 3);
- la procédure d'essai simplifiée est corrigée, le point f) a été ajouté en 8.3.2.1.3;
- l'essai d'échauffement doit être réalisé au courant assigné d'emploi I_e au lieu du courant thermique conventionnel sous enveloppe I_{the} (8.3.3.1).

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60947, présentées sous le titre général *Appareillage à basse tension*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

La présente partie doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60947-1. La numérotation des paragraphes est parfois discontinue car elle se base sur l'IEC 60947-1.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

Le contenu des corrigenda 1 (septembre 2012) et 2 (novembre 2013) a été pris en considération dans cet exemplaire.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles

1 Généralités

Les dispositions des règles générales qui font l'objet de l'IEC 60947-1 s'appliquent à la présente partie de l'IEC 60647 lorsque celle-ci le précise. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes des règles générales qui sont ainsi applicables sont identifiés par référence à l'IEC 60947-1, par exemple: 4.3.4.1 de l'IEC 60947-1, Tableau 4 de IEC 60947-1, ou Annexe A de l'IEC 60947-1.

1.1 Domaine d'application et objet

La présente partie de l'IEC 60947 s'applique à l'appareillage suivant: interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles, destinés à être insérés dans des circuits de distribution et des circuits de moteurs dont la tension assignée est inférieure ou égale à 1 000 V en courant alternatif ou à 1 500 V en courant continu.

Le constructeur doit spécifier le type, les grandeurs assignées et les caractéristiques de tous les fusibles incorporés, en conformité avec la norme correspondante.

La présente partie n'est pas applicable au matériel faisant partie du domaine d'application de l'IEC 60947-2, de l'IEC 60947-4-1 et de l'IEC 60947-5-1; cependant, quand les interrupteurs et les combinés-fusibles faisant partie du domaine d'application de la présente partie sont normalement utilisés pour assurer le démarrage, l'accélération et/ou l'arrêt d'un moteur, ils doivent aussi répondre aux exigences supplémentaires figurant à l'Annexe A.

Les exigences pour les interrupteurs tripolaires à commande unipolaire se trouvent à l'Annexe C.

Les interrupteurs auxiliaires montés sur du matériel faisant partie du domaine d'application de la présente partie doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60947-5-1.

La présente partie ne contient pas les exigences supplémentaires nécessaires au matériel électrique pour atmosphères explosives.

NOTE 1 Selon sa conception, un interrupteur (ou sectionneur) peut être appelé «interrupteur (sectionneur) rotatif», «interrupteur (sectionneur) à came», «interrupteur (sectionneur) à couteaux», etc.

NOTE 2 Dans la présente partie, la dénomination «interrupteur» s'applique aussi aux appareils appelés en français «commutateurs», destinés à modifier les connexions de plusieurs circuits et, notamment, à substituer une portion de circuit à une autre.

NOTE 3 De façon générale, dans le texte de la présente partie, les interrupteurs, les sectionneurs, les interrupteurs-sectionneurs et les combinés-fusibles seront appelés «matériel».

La présente partie a pour objet de fixer

- a) les caractéristiques du matériel;
- b) les conditions auxquelles doit répondre le matériel relativement
 - 1) au fonctionnement et au comportement en service normal;
 - 2) au fonctionnement et au comportement en cas de conditions anormales spécifiées, par exemple en cas de court-circuit;
 - 3) aux qualités diélectriques;

- c) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont remplies et les méthodes à adopter pour ces essais;
- d) les indications à porter sur le matériel, ou celles fournies par le constructeur, par exemple dans le catalogue.

1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*
IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

IEC 60269 (toutes les parties), *Fusibles basse tension*

IEC 60410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

IEC 60417-DB:2002¹, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

IEC 60947-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*
IEC 60947-1:2007/AMD1:2010
IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

IEC 60947-2:2006, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*
IEC 60947-2:2006/AMD1:2009
IEC 60947-2:2006/AMD2:2013

IEC 60947-4-1:2009, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*
IEC 60947-4-1:2009/AMD1:2012

IEC 60947-5-1:2003, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*
IEC 60947-5-1:2003/AMD1:2009

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

¹ «DB» réfère à la base de données en ligne de l'IEC.

IEC 61000-4-6:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CISPR 11:2009, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*
CISPR 11:2009/AMD1:2010

CISPR 22:2008, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

2 Termes, définitions et index des termes

2.1 Généralités

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-441 et l'IEC 60947-1 ainsi que les suivants, s'appliquent.

2.2 Index alphabétique des termes

	Référence
C	
Combiné-fusibles	2.3.2
F	
Fusible-sectionneur	2.3.6
Fusible-sectionneur à coupure unique	2.3.6.1
Fusible-sectionneur à coupure double	2.3.6.2
Fusible-interrupteur	2.3.4
Fusible-interrupteur à coupure unique	2.3.4.1
Fusible-interrupteur à coupure double	2.3.4.2
Fusible-interrupteur-sectionneur	2.3.8
Fusible-interrupteur-sectionneur à coupure unique	2.3.8.1
Fusible-interrupteur-sectionneur à coupure double	2.3.8.2
I	
Interrupteur à fusibles	2.3.3
Interrupteur à fusibles à coupure unique	2.3.3.1
Interrupteur à fusibles à coupure double	2.3.3.2
Interrupteur-sectionneur à fusibles	2.3.7
Interrupteur-sectionneur à fusibles à coupure unique	2.3.7.1
Interrupteur-sectionneur à fusibles à coupure double	2.3.7.2
Interrupteur tripolaire à commande unipolaire	2.3.9
M	
Manœuvre semi-indépendante manuelle	2.3.10
S	
Sectionneur	2.3.1
Sectionneur à fusibles	2.3.5
Sectionneur à fusibles à coupure unique	2.3.5.1
Sectionneur à fusibles à coupure double	2.3.5.2

2.3 Termes et définitions

2.3.1

sectionneur

appareil mécanique de connexion qui satisfait, en position d'ouverture, aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

Note 1 à l'article: Un sectionneur est capable d'ouvrir ou de fermer un circuit lorsque, soit un courant négligeable est coupé ou établi, soit il ne se produit aucun changement important de la tension aux bornes de chaque pôle du sectionneur. Il est également capable de transporter des courants dans des conditions normales et de transporter, pour une durée spécifiée, des courants dans des conditions anormales telles qu'un court-circuit.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-05, modifiée – référence à la fonction de sectionnement plutôt qu'à la distance de sectionnement]

2.3.2

combiné-fusibles

combinaison en un seul appareil, assemblé par le constructeur ou selon ses instructions, d'un appareil mécanique de connexion et d'un ou plusieurs fusibles

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-04]

2.3.3

interrupteur à fusibles

interrupteur dans lequel un ou plusieurs pôles comportent un fusible en série dans un appareil combiné

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-14]

2.3.3.1

interrupteur à fusibles à coupure unique

interrupteur à fusibles qui produit une coupure du circuit sur un côté de l'élément de remplacement uniquement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.3.2

interrupteur à fusibles à coupure double

interrupteur à fusibles qui produit une coupure du circuit des deux côtés de l'élément de remplacement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.4

fusible-interrupteur

interrupteur dans lequel un élément de remplacement ou un porte-fusible avec un élément de remplacement fusible forme le contact mobile

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-17]

2.3.4.1

fusible-interrupteur à coupure unique

interrupteur à fusibles qui produit une coupure du circuit sur un côté de l'élément de remplacement uniquement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.4.2

fusible-interrupteur à coupure double

interrupteur à fusibles qui produit une coupure du circuit des deux côtés de l'élément de remplacement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.5

sectionneur à fusibles

sectionneur dans lequel un ou plusieurs pôles comportent un fusible en série dans un appareil combiné

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-15]

2.3.5.1

sectionneur à fusibles à coupure unique

sectionneur à fusibles qui produit une coupure du circuit sur au moins un côté l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.5.2

sectionneur à fusibles à coupure double

sectionneur à fusibles qui produit une coupure du circuit qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement des deux côtés de l'élément de remplacement

2.3.6

fusible-sectionneur

sectionneur dans lequel un élément de remplacement ou un porte-fusible avec un élément de remplacement forme le contact mobile

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-18]

2.3.6.1

fusible-sectionneur à coupure unique

fusible-sectionneur qui produit une coupure du circuit sur au moins un côté de l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.6.2

fusible-sectionneur à coupure double

fusible-sectionneur qui produit une coupure du circuit, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement, des deux côtés de l'élément de remplacement

2.3.7

interrupteur-sectionneur à fusibles

interrupteur-sectionneur dans lequel un ou plusieurs pôles comportent un fusible en série dans un appareil combiné

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-16]

2.3.7.1

interrupteur-sectionneur à fusibles à coupure unique

interrupteur-sectionneur à fusibles qui produit une coupure du circuit sur au moins un côté de l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.7.2

interrupteur-sectionneur à fusibles à coupure double

interrupteur-sectionneur à fusibles qui produit une coupure du circuit des deux côtés de l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

2.3.8

fusible-interrupteur-sectionneur

interrupteur-sectionneur dans lequel un élément de remplacement ou un porte-fusible avec un élément de remplacement forme le contact mobile

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-19]

2.3.8.1

fusible-interrupteur-sectionneur à coupure unique

fusible-interrupteur-sectionneur qui produit une coupure du circuit sur au moins un côté de l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

Note 1 à l'article: Du fait de cette disposition, des précautions de sécurité peuvent être nécessaires lorsque l'on retire les éléments de remplacement.

2.3.8.2

fusible-interrupteur-sectionneur à coupure double

fusible-interrupteur-sectionneur qui produit une coupure du circuit des deux côtés l'élément de remplacement, qui satisfait aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement

2.3.9

interrupteur tripolaire à commande unipolaire

dispositif comprenant trois interrupteurs unipolaires manœuvrables individuellement selon la présente partie, caractérisé comme appareil complet destiné à être utilisé dans un système triphasé

Note 1 à l'article: Ces dispositifs sont destinés aux systèmes de distribution de puissance dans lesquels il peut être nécessaire de commuter et/ou sectionner une phase individuelle; il convient de ne pas les utiliser pour la commutation du circuit primaire d'un matériel triphasé.

2.3.10

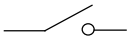
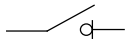
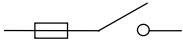
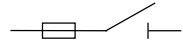
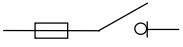
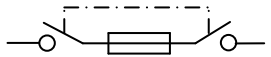
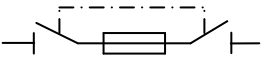
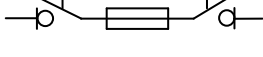
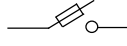
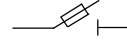
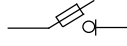
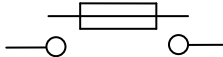
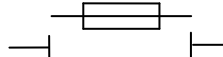
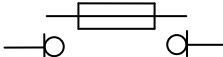
manœuvre semi-indépendante manuelle

manœuvre effectuée exclusivement au moyen d'une énergie manuelle appliquée directement, la force manuelle augmentant jusqu'à une valeur limite au-delà de laquelle la manœuvre indépendante de commutation s'effectue, sauf si elle est retardée intentionnellement par l'opérateur

2.4 Résumé des types d'équipements

Un résumé des définitions d'équipement et des diagrammes correspondants est donné au Tableau 1.

Tableau 1 – Résumé des définitions des matériels

Fonctions		
Etablissement et coupeure du courant	Sectionnement	Etablissement, coupeure et sectionnement
Interrupteur 	Sectionneur 	Interrupteur-sectionneur 
Combiné-fusibles		
Interrupteur à fusibles à coupeure unique^a 	Sectionneur à fusibles à coupeure unique^a 	Interrupteur-sectionneur à fusibles à coupeure unique^a 
Interrupteur à fusibles à coupeure double^b 	Sectionneur à fusibles à coupeure double 	Interrupteur-sectionneur à fusibles à coupeure double^b 
Fusible-interrupteur à coupeure unique^a 	Fusible-sectionneur à coupeure unique^a 	Fusible-interrupteur-sectionneur à coupeure unique^a 
Fusible-interrupteur à coupeure double^b 	Fusible-sectionneur à coupeure double 	Fusible-interrupteur-sectionneur à coupeure double^b 
NOTE Le matériel représenté comme étant à coupeure unique peut comprendre plusieurs ouvertures en série.		
^a Le fusible peut se trouver de n'importe quel côté des contacts du matériel.		
^b Selon la conception, la coupeure peut avoir lieu sur un côté ou sur les deux côtés de l'élément de remplacement.		

3 Classification

3.1 Suivant la catégorie d'emploi

Voir 4.4.

3.2 Suivant le mode de manœuvre du matériel manœuvré manuellement

- manœuvre dépendante manuelle (voir 2.4.12 de l'IEC 60947-1);
- manœuvre indépendante manuelle (voir 2.4.15 de l'IEC 60947-1);
- manœuvre semi-indépendante manuelle (voir 2.3.10).

NOTE Le mode de manœuvre de fermeture peut être différent de celui d'ouverture.

3.3 Suivant l'aptitude au sectionnement

- apte au sectionnement (voir 7.1.7 de l'IEC 60947-1 et 7.1.7.1);

– inapte au sectionnement.

3.4 Suivant le degré de protection assuré

Voir 7.1.12 de l'IEC 60947-1.

4 Caractéristiques

4.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques du matériel doivent être indiquées de la façon suivante:

- type du matériel (voir 4.2);
- valeurs assignées et valeurs limites du circuit principal (voir 4.3);
- catégorie d'emploi (voir 4.4);
- circuits de commande (voir 4.5);
- circuits auxiliaires (voir 4.6);

4.2 Type du matériel

Il est nécessaire d'indiquer les informations suivantes:

- le nombre de pôles;
- la nature du courant (courant alternatif ou courant continu);
- dans le cas du courant alternatif, le nombre de phases et la fréquence assignée;
- le nombre de positions des contacts principaux (s'il en existe plus de deux);
- la disposition de coupure pour les dispositifs à fusibles (coupure simple ou double).

4.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal

Les valeurs assignées sont fixées par le constructeur. Elles doivent être indiquées conformément à 4.3.1 et à 4.3.6.4, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les valeurs assignées énumérées.

4.3.1 Tensions assignées

Un matériel est défini par les tensions assignées suivantes.

4.3.1.1 Tension assignée d'emploi (U_e)

Le Paragraphe 4.3.1.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.1.2 Tension assignée d'isolement (U_i)

Le Paragraphe 4.3.1.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Le Paragraphe 4.3.1.3 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.2 Courants

Le matériel est défini par les courants suivants.

4.3.2.1 Courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th})

Le Paragraphe 4.3.2.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.2.2 Courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{the})

Le Paragraphe 4.3.2.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.2.3 Courants assignés d'emploi (I_e) (ou puissances assignées d'emploi)

Le Paragraphe 4.3.2.3 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.2.4 Courant assigné ininterrompu (I_u)

Le Paragraphe 4.3.2.4 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.3 Fréquence assignée

Le Paragraphe 4.3.3 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.4 Service assigné

Les services assignés considérés comme normaux sont les suivants.

4.3.4.1 Service continu (service de 8 h)

Le Paragraphe 4.3.4.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.4.2 Service ininterrompu

Le Paragraphe 4.3.4.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge

4.3.5.1 Aptitude à supporter les courants de surcharge occasionnés par le démarrage de moteurs

Voir Annexe A.

4.3.5.2 Pouvoir assigné de fermeture

Le Paragraphe 4.3.5.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Le pouvoir assigné de fermeture est exprimé en fonction de la tension assignée d'emploi et du courant assigné d'emploi ainsi que de la catégorie d'emploi, conformément au Tableau 3.

Ne s'applique pas aux matériels AC-20 ou DC-20.

4.3.5.3 Pouvoir assigné de coupure

Le Paragraphe 4.3.5.3 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Le pouvoir assigné de coupure est exprimé en fonction de la tension assignée d'emploi et du courant assigné d'emploi ainsi que de la catégorie d'emploi, conformément au Tableau 3.

Ne s'applique pas aux matériels AC-20 ou DC-20.

4.3.6 Caractéristiques de court-circuit

4.3.6.1 Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw})

Le courant assigné de courte durée admissible d'un interrupteur, d'un sectionneur ou d'un interrupteur-sectionneur est la valeur du courant de courte durée admissible, fixée par le constructeur que le matériel peut supporter sans aucun dommage dans les conditions d'essai de 8.3.5.1.

La valeur du courant assigné de courte durée admissible ne doit pas être inférieure à douze fois le courant assigné d'emploi maximal et, sauf indication contraire du constructeur, sa durée doit être 1 s.

Dans le cas du courant alternatif, la valeur du courant est la valeur efficace de la composante alternative et il est admis que la valeur de crête maximale susceptible d'être atteinte ne dépasse pas n fois cette valeur efficace, le facteur n étant donné par le Tableau 16 de l'IEC 60947-1.

4.3.6.2 Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (I_{cm})

Le 4.3.6.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

NOTE I_{cm} n'est pas applicable aux dispositifs à fusibles.

4.3.6.3 Disponible

4.3.6.4 Courant assigné de court-circuit conditionnel

Le Paragraphe 4.3.6.4 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.4 Catégorie d'emploi

Les catégories d'emploi définissent les applications prévues et figurent au Tableau 2.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants et des tensions, exprimées en multiples du courant assigné d'emploi et de la tension assignée d'emploi, ainsi que par les facteurs de puissance ou les constantes de temps du circuit. Les conditions d'établissement et de coupure données au Tableau 3 correspondent en principe aux applications énumérées au Tableau 2.

La désignation des catégories d'emploi est complétée par le suffixe A ou le suffixe B suivant que les applications prévues demandent des manœuvres fréquentes ou des manœuvres non fréquentes (voir Tableau 4).

Les catégories d'emploi comportant le suffixe B conviennent aux appareils qui, en raison de leur conception ou de leur utilisation, ne sont prévus que pour des manœuvres non fréquentes. Cela pourrait, par exemple, être le cas d'un sectionneur qui n'est manœuvré que pour effectuer un sectionnement pour des travaux d'entretien, ou d'appareils de connexion dont la lame de l'élément de remplacement constitue le contact mobile.

La distinction entre manœuvres fréquentes et manœuvres non fréquentes est basée sur la caractéristique assignée de fonctionnement déclarée par le constructeur et le nombre de cycles de manœuvres utilisé comme critère d'essai dans le Tableau 4.

Pour un courant assigné particulier de fonctionnement I_e , un appareil sera désigné pour usage fréquent (catégorie A) si la durée de vie assignée de fonctionnement fixée par le constructeur est supérieure au nombre de cycles de manœuvres indiqué dans les colonnes 3, 4 ou 5 du Tableau 4.

Tableau 2 – Catégories d'emploi

Nature du courant	Catégorie d'emploi		Applications caractéristiques
	Catégorie A	Catégorie B	
Courant alternatif	AC-20A ^a	AC-20B ^a	– Fermeture et ouverture à vide
	AC-21A	AC-21B	– Charges résistives, y compris surcharges modérées
	AC-22A	AC-22B	– Charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées
	AC-23A	AC-23B	– Charges constituées par des moteurs ou autres charges fortement inductives
Courant continu	DC-20A ^a	DC-20B ^a	– Fermeture et ouverture à vide
	DC-21A	DC-21B	– Charges résistives, y compris surcharges modérées
	DC-22A	DC-22B	– Charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées (par exemple: moteurs shunt)
	DC-23A	DC-23B	– Charges fortement inductives (par exemple: moteurs série)
^a Ces catégories d'emploi ne sont pas admises aux USA.			

La catégorie AC-23 comprend la commande occasionnelle d'un seul moteur. La commande de condensateurs ou de lampes à filament de tungstène doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Les catégories d'emploi mentionnées aux Tableaux 2 et 3 ne s'appliquent pas à un matériel normalement utilisé pour assurer le démarrage, l'accélération et/ou l'arrêt d'un seul moteur. Les catégories d'emploi pour un tel matériel sont traitées dans l'Annexe A.

4.5 Circuits de commande

Le Paragraphe 4.5 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.6 Circuits auxiliaires

Le Paragraphe 4.6 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.7 Relais et déclencheurs

Le Paragraphe 4.7 de l'IEC 60947-1 s'applique.

4.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)

Le paragraphe 4.8 de l'IEC 60947-1 s'applique.

5 Informations sur le matériel

5.1 Nature des informations

Le Paragraphe 5.1 de l'IEC 60947-1 s'applique de façon appropriée pour un modèle particulier.

5.2 Marquage

5.2.1 Chaque matériel doit porter de façon indélébile et lisible les indications suivantes.

Les marques pour a), b) et c) ci-dessous doivent se trouver sur le matériel lui-même ou sur une ou plusieurs plaques signalétiques fixées au matériel, et ces marques doivent être situées dans un endroit tel qu'elles soient visibles et lisibles de face lorsque le matériel est monté selon les instructions du constructeur.

- a) Indication de la position d'ouverture et de la position de fermeture. La position d'ouverture et la position de fermeture doivent être indiquées respectivement par les symboles graphiques 60417-IEC-5007 et 60417-IEC-5008 de l'IEC 60417-2 (voir 7.1.6.1 de l'IEC 60947-1).
- b) Aptitude au sectionnement.
Les symboles appropriés du Tableau 1 doivent être utilisés.
- c) Marquage supplémentaire des sectionneurs.

Les appareils de catégorie d'emploi AC-20A, AC-20B, DC-20A et DC-20B doivent porter la mention «Ne pas manœuvrer en charge», à moins que l'appareil ne soit muni d'un verrouillage empêchant une telle manœuvre.

NOTE Les symboles des différents types de matériel sont donnés au Tableau 1.

5.2.2 Les indications suivantes doivent aussi être marquées sur le matériel mais il n'est pas nécessaire qu'elles soient visibles de face lorsque le matériel est monté:

- a) nom du constructeur ou marque de fabrique;
- b) désignation du type ou numéro de série;
- c) courants assignés d'emploi (ou puissances assignées) avec la tension assignée d'emploi, et la catégorie d'emploi correspondantes (voir 4.3.1, 4.3.2 et 4.4);
- d) valeur (ou domaine) de la fréquence assignée, ou indication «continu» (ou le symbole $\equiv$);
- e) pour les combinés-fusibles, les caractéristiques et le courant assigné maximal des fusibles et la puissance dissipée maximale de l'élément de remplacement;
- f) IEC 60947-3, si le constructeur déclare la conformité à la présente partie;
- g) degré de protection du matériel sous enveloppe (voir Annexe C de l'IEC 60947-1).

5.2.3 Les bornes suivantes doivent être identifiées:

- a) bornes d'entrée et de sortie, à moins que le raccordement n'ait pas d'importance (voir 8.3.3.3.1);
- b) borne du pôle neutre, s'il y a lieu, par la lettre «N» (voir 7.1.8.4 de l'IEC 60947-1);
- c) borne de terre de protection (voir 7.1.10.3 de l'IEC 60947-1).

5.2.4 Les indications suivantes doivent figurer dans les informations fournies par le constructeur:

- a) tension assignée d'isolement;
- b) tension assignée de tenue aux chocs pour les matériels aptes au sectionnement, ou lorsqu'elle est déterminée;
- c) degré de pollution, s'il est différent de 3;
- d) service assigné;
- e) courant assigné de courte durée admissible et sa durée, le cas échéant;
- f) pouvoir assigné de fermeture en court-circuit, le cas échéant;
- g) courant assigné de court-circuit conditionnel, le cas échéant.

5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien

Le Paragraphe 5.3 de l'IEC 60947-1 s'applique.

6 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'Article 6 de l'IEC 60947-1 s'applique, avec le complément suivant.

Degré de pollution (voir 6.1.3.2 de l'IEC 60947-1).

Sauf spécification contraire du constructeur, le matériel est prévu pour être installé dans les conditions d'environnement du degré de pollution 3.

7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

7.1 Dispositions constructives

Le Paragraphe 7.1 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

7.1.2.2 Essai au fil incandescent

Le Paragraphe 7.1.2.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Les pièces en matériau isolant nécessaires au maintien en position des parties conductrices doivent satisfaire à l'essai au fil incandescent de 8.2.1.1.1 de l'IEC 60947-1 à une température d'essai de 960 °C.

7.1.7 Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement

Le Paragraphe 7.1.7 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

7.1.7.1 Dispositions constructives supplémentaires

Le matériel doit être marqué conformément à 5.2.1 b).

Lorsqu'il n'existe aucune indication de la position des contacts, par exemple au moyen de l'organe de manœuvre ou d'un indicateur séparé, tous les contacts principaux doivent être nettement visibles en position d'ouverture.

La robustesse du mécanisme transmetteur et la fiabilité de l'indication de la position d'ouverture doivent être vérifiées conformément à 8.2.5. En outre, lorsqu'il existe des dispositifs fournis par le constructeur, pour verrouiller le matériel en position d'ouverture, le verrouillage ne doit être possible que si les contacts principaux sont en position d'ouverture (voir 8.2.5).

Cette exigence n'est pas applicable au matériel dont les contacts principaux sont visibles en position d'ouverture et/ou la position d'ouverture est indiquée par des moyens autres que l'organe de commande.

NOTE Le verrouillage en position de fermeture est admis pour des applications particulières.

L'intervalle de coupure entre les contacts ouverts d'un même pôle en position d'ouverture ne doit pas être inférieur aux distances d'isolement minimales figurant au Tableau 13 de l'IEC 60947-1 et il doit également répondre aux exigences de 7.2.3.1 b) de l'IEC 60947-1.

7.1.9 Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre

Le Paragraphe 7.1.9 de l'IEC 60947-1 s'applique, sauf en ce qui concerne la note relative à un déclencheur à maximum de courant.

7.2 Dispositions relatives au fonctionnement

7.2.1 Conditions de fonctionnement

7.2.1.1 Généralités

Le Paragraphe 7.2.1.1 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Les exigences suivantes s'appliquent aux fusibles-interrupteurs, fusibles-sectionneurs et aux fusibles-interrupteurs-sectionneurs dont le pouvoir assigné de fermeture en court-circuit excède 10 kA et pour lesquels la manœuvre de fermeture est faite par une commande manuelle directe sans interposition de mécanisme (manœuvre dépendante et semi-dépendante manuelle voir 2.4.12 de l'IEC 60947-1 et 2.3.10).

La vitesse d'essai pour les manœuvres de fermeture spécifiée en 8.3.6.2 doit être déterminée comme suit.

- a) Le matériel doit subir 15 manœuvres manuelles à vide selon les instructions du constructeur, 5 manœuvres par chacune des trois personnes. La vitesse de l'organe de commande manuelle au moment de la fermeture des contacts (fermeture du dernier contact) doit être déterminée par un oscillographe ou tout autre moyen approprié à toute partie convenable du système.

Le point de mesure et la vitesse à ce point de mesure doivent être notés dans le rapport d'essais. La vitesse moyenne doit être déterminée après suppression de la valeur la plus haute et de la valeur la plus basse.

- b) Il faut s'assurer qu'avec l'appareillage d'essai le matériel en essai ferme totalement et qu'il n'y a aucune entrave au mouvement de fermeture libre du système. La vitesse réelle d'essai ne doit pas dépasser la vitesse moyenne déterminée selon a).

La masse des parties mobiles de l'appareillage d'essai (sans le matériel en essai) doit être égale à $2 \text{ kg} \pm 10 \%$.

7.2.1.2 Limites de fonctionnement des matériels à manœuvre à source d'énergie extérieure

Le paragraphe 7.2.1.2 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.2.1.3 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à minimum de tension

Le paragraphe 7.2.1.3 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.2.1.4 Limites de fonctionnement des déclencheurs shunts

Le paragraphe 7.2.1.4 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.2.2 Echauffement

Le Paragraphe 7.2.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Dans le cas des combinés-fusibles, l'échauffement des contacts de l'élément de remplacement au cours de l'essai de 8.3.3.1 ne doit provoquer aucun dommage susceptible de nuire au fonctionnement ultérieur du matériel au cours de la séquence d'essais I.

Le Paragraphe 7.2.3 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Le Paragraphe 7.2.3.1 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

7.2.3.2 Tension de tenue à fréquence industrielle des circuits principaux, auxiliaires et de commande

Pour les appareils aptes au sectionnement, les valeurs maximales du courant de fuite sont spécifiées, pour toutes les séquences d'essais, respectivement en 8.3.3.5, 8.3.4.3, 8.3.5.4, 8.3.6.4 et 8.3.7.3.

7.2.4.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure sont indiqués en fonction de la tension assignée d'emploi et du courant assigné d'emploi ainsi que de la catégorie d'emploi, conformément au Tableau 3.

Les conditions d'essai sont spécifiées en 8.3.3.3.1.

Tableau 3 – Vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure (voir 8.3.3.3)
– Conditions d'établissement et de coupure correspondant
aux diverses catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Courant assigné d'emploi	Etablissement ^a			Coupure			Nombre de cycles de manœuvres ^c
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	
AC-20A ^b – AC-20B ^b	Toutes valeurs	–	–	–	–	–	–	5 5 5 3 ^d
AC-21A – AC-21B	Toutes valeurs	1,5	1,05	0,95	1,5	1,05	0,95	
AC-22A – AC-22B	Toutes valeurs	3	1,05	0,65	3	1,05	0,65	
AC-23A – AC-23B	$0 < I_e \leq 100 \text{ A}$ $100 \text{ A} < I_e$	10 10	1,05 1,05	0,45 0,35	8 8	1,05 1,05	0,45 0,35	
Catégorie d'emploi	Catégorie assignée d'emploi	I/I_e	U/U_e	L/R ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ms	Nombre de cycles de manœuvres
DC-20A ^b – DC-20B ^b	Toutes valeurs	–	–	–	–	–	–	5 5 5
DC-21A – DC-21B	Toutes valeurs	1,5	1,05	1	1,5	1,05	1	
DC-22A – DC-22B	Toutes valeurs	4	1,05	2,5	4	1,05	2,5	
DC-23A – DC-23B	Toutes valeurs	4	1,05	15	4	1,05	15	
I = courant établi I_c = courant coupé I_e = courant assigné d'emploi U = tension appliquée U_e = tension assignée d'emploi U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu								
^a En courant alternatif, le courant établi est exprimé par la valeur efficace de la composante périodique du courant. ^b Ces catégories d'emploi ne sont pas admises aux USA. ^c Une manœuvre de commutation sans courant entre chaque manœuvre de fermeture et de coupure est autorisée, à condition que cela ne change pas l'intervalle de temps entre les manœuvres requises définies en 8.3.3.3.1. ^d Afin de couvrir à la fois les catégories AC-21 et AC-22, une augmentation du nombre de manœuvres en AC-23 de 3 à 5 est autorisée, avec l'accord du constructeur.								

7.2.4.2 Fonctionnement en service

Les essais concernant la vérification du fonctionnement en service d'un matériel sont destinés à vérifier que ce matériel peut établir et couper sans défaillance les courants traversant son circuit principal pour l'emploi prévu.

Le nombre de cycles de manœuvres et les paramètres de circuit d'essai pour l'essai de fonctionnement en service suivant les diverses catégories d'emploi sont donnés dans les Tableaux 4 et 5.

Les modalités d'essai sont spécifiées en 8.3.4.1.

**Tableau 4 – Vérification du fonctionnement en service –
Nombre de cycles de manœuvres suivant le courant assigné d'emploi**

1	2	3	4	5	6	7	8
Courant assigné d'emploi I_e	Nombre de cycles de manœuvres par heure	Nombre de cycles de manœuvres					
		Catégorie A: courant alternatif et continu			Catégorie B: courant alternatif et continu		
		Sans courant	Avec courant	Total	Sans courant	Avec courant	Total
$0 < I_e \leq 100$	120	8 500	1 500	10 000	1 700	300	2 000
$100 < I_e \leq 315$	120	7 000	1 000	8 000	1 400	200	1 600
$315 < I_e \leq 630$	60	4 000	1 000	5 000	800	200	1 000
$630 < I_e \leq 2 500$	20	2 500	500	3 000	500	100	600
$2 500 < I_e$	10	1 500	500	2 000	300	100	400

Les valeurs de ce tableau s'appliquent à toutes les catégories d'emploi, sauf AC-20A, AC-20B, DC-20A et DC-20B. Ces catégories doivent satisfaire au nombre total de cycles de manœuvres des colonnes 5 ou 8, sans courant. La colonne 2 donne la cadence minimale de fonctionnement. La cadence de manœuvres pour toute catégorie d'emploi peut être augmentée avec l'accord du constructeur.

Tableau 5 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau 4

Catégorie d'emploi	Valeur du courant assigné d'emploi I_e	Etablissement ^a			Coupure		
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$
AC-21A AC-21B	Toutes valeurs	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-22A AC-22B	Toutes valeurs	1	1	0,8	1	1	0,8
AC-23A AC-23B	Toutes valeurs	1	1	0,65	1	1	0,65
		I/I_e	U/U_e	L/R ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ms
DC-21A DC-21B	Toutes valeurs	1	1	1	1	1	1
DC-22A DC-22B	Toutes valeurs	1	1	2	1	1	2
DC-23A DC-23B	Toutes valeurs	1	1	7,5	1	1	7,5

I = courant établi
 I_c = courant coupé
 I_e = courant assigné d'emploi
 U = tension avant établissement (tension appliquée)
 U_e = tension assignée d'emploi
 U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu

^a En courant alternatif, le courant établi est exprimé par la valeur efficace de la composante périodique du courant.

7.2.4.3 Durabilité mécanique

Le Paragraphe 7.2.4.3.1 de l'IEC 60947-1 s'applique. Les conditions d'essai sont spécifiées en 8.5.1.

7.2.4.4 Durabilité électrique

Le Paragraphe 7.2.4.3.2 de l'IEC 60947-1 s'applique. Les conditions d'essai sont spécifiées en 8.5.2.

7.2.5 Aptitude à l'établissement, à la coupure ou à la tenue des courants de court-circuit

Le matériel doit être construit de manière à pouvoir supporter, dans les conditions spécifiées dans la présente partie, les contraintes thermiques, dynamiques et électriques occasionnées par des courants de court-circuit.

Les courants de court-circuit peuvent se produire durant les manœuvres d'établissement et d'interruption du courant et aussi lorsque le courant circule en position de fermeture.

L'aptitude du matériel à établir, transporter et couper les courants de court-circuit est exprimée en fonction d'une ou plusieurs des caractéristiques assignées suivantes.

- a) Courant assigné de courte durée admissible (voir 4.3.6.1).
- b) Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (voir 4.3.6.2).
- c) Courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 4.3.6.4).

7.2.6 Disponible

7.2.7 Exigences supplémentaires de fonctionnement pour les matériels aptes au sectionnement

Ces exigences ne s'appliquent qu'aux matériels dont la tension assignée d'emploi est supérieure à 50 V.

Le matériel à l'état neuf avec ses contacts en position d'ouverture doit supporter l'essai diélectrique de 8.3.3.2.

Si des essais conformes à 8.3.3.3 et à 8.3.4.1 ont été effectués, le matériel doit, dans l'état où il se trouve après ces essais, répondre aux exigences de 8.3.3.5 relatives au courant de fuite.

7.2.8 Disponible

7.2.9 Exigences de surcharge pour un matériel comprenant des fusibles

Le circuit principal d'un matériel doit être capable de transporter un courant de surcharge conformément à 8.3.7.1 et ne doit causer aucun dommage susceptible de nuire au fonctionnement ultérieur du matériel dans la séquence d'essais V.

7.3 Compatibilité électromagnétique

7.3.1 Généralités

Le paragraphe 7.3.1 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, s'applique.

7.3.2 Immunité

Le paragraphe 7.3.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

7.3.2.1 Matériels ne comprenant pas de circuits électroniques

Le paragraphe 7.3.2.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

7.3.2.2 Matériels comprenant des circuits électroniques

Les matériels comprenant des circuits électroniques (par exemple indicateur de fusion de fusible) doivent avoir une immunité satisfaisante vis-à-vis des perturbations électromagnétiques (voir 8.4.1.2).

Pour les essais appropriés pour vérifier la conformité à ces exigences, voir 8.4 de l'IEC 60947-1.

Des critères spécifiques de performances doivent être donnés dans la norme produit applicable sur la base des critères d'acceptation donnés dans le Tableau 24 de l'IEC 60947-1.

Le Tableau 6 fournit les critères spécifiques de performances en immunité à prendre en compte.

Tableau 6 – Essais d'immunité

Type d'essai	Niveau d'essai requis	Critère d'acceptation (tel que défini dans le Tableau 24 de la CEI 60947-1)
Essai d'immunité aux décharges électrostatiques CEI 61000-4-2	8 kV/ décharge dans l'air soit 4 kV/ décharge au contact	B
Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques CEI 61000-4-3	10 V/m	A
Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salve CEI 61000-4-4	2 kV / 5 kHz sur les accès de puissance 1 kV / 5 kHz sur les accès de signaux	B
Essai d'immunité aux ondes de choc CEI 61000-4-5	2 kV (mode commun) 1 kV (mode différentiel)	B
Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques CEI 61000-4-6	10 V	A
NOTE 1 Un simple redresseur n'est pas sensible aux perturbations électromagnétiques en service normal et par conséquent ne nécessite pas d'essai d'immunité.		
NOTE 2 Lorsque le critère d'acceptation B est spécifié, il ne doit pas y avoir de changement du statut des contacts principaux comme résultat de la perturbation.		

7.3.3 Emission

7.3.3.1 Matériels ne comprenant pas de circuits électroniques

Le Paragraphe 7.3.3.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

7.3.3.2 Matériels comprenant des circuits électroniques

Les matériels comprenant des circuits électroniques (par exemple un indicateur électronique de fusion de fusible) peuvent générer des perturbations électromagnétiques continues.

L'émission doit satisfaire aux exigences du groupe 1, classe A du CISPR 11 ou à celles de la classe A du CISPR 22 (voir 8.4.2.2).

Tableau 7 – Limites d'émission

Accès	Gamme de fréquences MHz	Limites ^d	Norme
Enveloppe ^b	30 à 230 ^a	30 dB (µV/m) valeur quasi-crête mesurée à une distance de 30 m ^c	CISPR 11
	230 à 1 000 ^a	37 dB (µV/m) valeur quasi-crête mesurée à une distance de 30 m ^c	Classe A - Groupe 1
Alimentation à courant alternatif	0,15 à 0,5 ^a	79 dB (µV) valeur quasi-crête 66 dB (µV) valeur moyenne	ou
	0,5 à 5 ^a	73 dB (µV) valeur quasi-crête 60 dB (µV) valeur moyenne	CISPR 22
	5 à 30 ^a	73 dB (µV) valeur quasi-crête 60 dB (µV) valeur moyenne	Classe A

^a La limite inférieure est applicable à la fréquence de transition.

^b Applicable seulement aux appareils de commutation mécaniques contenant des parties fonctionnant à des fréquences supérieures à 9 kHz, par exemple microprocesseurs.

^c Peut aussi être mesurée à une distance de 10 m en utilisant les limites augmentées de 10 dB, ou à une distance de 3 m en utilisant les limites augmentées de 20 dB.

^d Ces limites ont été reprises, sans modification, du CISPR 11 et du CISPR 22.

Ces limites sont données pour des appareils de commutation mécaniques utilisés exclusivement dans un environnement industriel. Lorsqu'il existe une probabilité d'utilisation en dehors de l'environnement industriel, l'avertissement suivant doit être inclus dans les informations fournies par le constructeur.

Avertissement

Ceci est un produit de classe A. Dans un environnement domestique, ce produit peut provoquer une interférence radio qui, dans ce cas, peut obliger l'utilisateur à prendre les mesures appropriées.

Cependant, cet avertissement n'est pas nécessaire lorsque les limites d'émission données dans le CISPR 22, classe B sont respectées.

8 Essais

8.1 Nature des essais

8.1.1 Généralités

Le Paragraphe 8.1.1 de l'IEC 60947-1 s'applique.

8.1.2 Essais de type

Le Paragraphe 8.1.2 de l'IEC 60947-1 s'applique. Le Tableau 9 de la présente partie donne la liste des essais de type.

8.1.3 Essais individuels

Le Paragraphe 8.1.3 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

8.1.3.1 Généralités

Les essais suivants s'appliquent:

- essai de fonctionnement mécanique (voir 8.1.3.2)

le fonctionnement de l'interrupteur, du sectionneur, de l'interrupteur-sectionneur ou du combiné-fusibles durant la fabrication et/ou un autre essai individuel peuvent remplacer les essais énumérés ci-dessus, si les conditions restent les mêmes et si le nombre de manœuvres n'est pas inférieur à celui spécifié;

- essai diélectrique (voir 8.1.3.3)

si, par le contrôle des matériaux et des procédés de fabrication, l'intégrité des propriétés diélectriques a été prouvée, ces essais peuvent être remplacés par des essais sur des échantillons conformément à un plan d'échantillonnage reconnu (voir IEC 60410).

8.1.3.2 Essai de fonctionnement mécanique

Un essai doit être fait pour vérifier le fonctionnement mécanique correct du matériel en effectuant 5 manœuvres de fermeture et d'ouverture.

8.1.3.3 Essai diélectrique

Les conditions d'essai doivent être conformes à 8.3.3.4.2 de l'IEC 60947-1. En variante, l'essai combiné selon 8.3.3.4.2, point 3), de l'IEC 60947-1 est autorisé. La valeur de la tension d'essai doit être conforme à celle du Tableau 12A de l'IEC 60947-1. La durée de l'essai ne doit pas être inférieure à 1 s et la tension d'essai doit être appliquée comme suit:

- le matériel étant en position d'ouverture, entre chaque paire de bornes qui sont connectées électriquement lorsque le matériel est en position de fermeture;
- le matériel étant en position de fermeture, entre chaque pôle et le ou les pôles adjacents et entre chaque pôle et le châssis;
- pour le matériel comprenant des circuits électroniques raccordés aux pôles principaux, le matériel étant en position d'ouverture, entre chaque pôle et le ou les pôles adjacents et entre chaque pôle et le châssis soit du côté entrée, soit du côté sortie selon la position des composants électroniques.

En variante, la déconnexion du ou des circuits électroniques est permise pendant les essais diélectriques.

8.1.4 Essais sur prélèvements

Les essais sur prélèvements pour la vérification des distances d'isolement doivent être faits conformément à 8.3.3.4.3 de l'IEC 60947-1 conformément à un plan de prélèvement reconnu (voir IEC 60410).

8.1.5 Essais spéciaux

Les essais spéciaux (voir 2.6.4 de l'IEC 60947-1) sont spécifiés en 8.5.

8.2 Essais de type pour les dispositions constructives

Le Paragraphe 8.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

8.2.4 Propriétés mécaniques des bornes

Le Paragraphe 8.2.4 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Lorsque le matériel est prévu pour être fourni avec différentes conceptions de bornes, les essais doivent être effectués sur chaque conception.

8.2.5 Vérification de l'efficacité de l'indication de position des contacts principaux des matériels aptes au sectionnement

Le Paragraphe 8.2.5 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

8.2.5.1 Etat du matériel pour les essais

L'essai du mécanisme de l'organe de commande et de l'indicateur de position doit être mené comme une partie de la séquence d'essais I (voir 8.3.3 et Tableau 11).

S'il existe différents types d'organes de commande, additionnels ou intégrés, une seule conception doit être soumise aux essais au cours de la séquence I. De plus, l'échantillon représentatif du cas le plus critique doit être essayé conformément à 8.3.3.7.

Tableau 9 – Liste des essais de type applicables à un matériel donné

Essais	Inter-rupteur	Fusible-inter-rupteur	Inter-rupteur à fusibles	Sec-tionneur	Sec-tionneur à fusibles	Fusible sec-tionneur	Inter-rupteur-sec-tionneur	Inter-rupteur-sec-tionneur à fusibles	Fusible-inter-rupteur-sec-tionneur
Echauffement ^a	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Vérification de l'échauffement	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Propriétés diélectriques	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Vérification diélectrique	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Courant de fuite	–	–	–	o	o	o	o	o	o
Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure (en surcharge)	o	o	o	–	–	–	o	o	o
Fonctionnement en service	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Courant assigné de courte durée admissible	o	–	–	o	–	–	o	–	–
Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit	o	–	–	–	–	–	o	–	–
Courant assigné de court-circuit conditionnel	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Robustesse du mécanisme de l'organe de commande	–	–	–	o	o	o	o	o	o
Essai de surcharge	–	o	o	–	o	o	–	o	o
o = essai									
– = pas d'essai prescrit									
NOTE Cette liste d'essais de type est uniquement pour information, voir aussi les notes de bas de tableau "a" dans les Tableaux 14 et 15.									
^a Applicable à 8.3.2.1.3 seulement.									

8.3 Fonctionnement

Le Tableau 9 donne les essais de type de fonctionnement auxquels peut être soumis le matériel suivant sa nature.

8.3.1 Séquences d'essais

Les essais de type sont groupés par séquences, comme indiqué au Tableau 10.

Pour chaque séquence, les essais doivent être effectués dans l'ordre indiqué, conformément aux exigences du paragraphe correspondant, sauf pour l'essai d'échauffement (essai simplifié seulement) et l'essai des propriétés diélectriques de la séquence d'essais I, qui peuvent être effectués sur un échantillon séparé.

Tableau 10 – Schéma d'ensemble des séquences d'essais

Séquences	Essais
Caractéristiques générales de fonctionnement (voir 8.3.3 et Tableau 11)	Echauffement ^{e, f} Propriétés diélectriques ^e Pouvoirs de fermeture et de coupure ^a Vérification diélectrique ^a Courant de fuite ^b Vérification de l'échauffement Robustesse du mécanisme de l'organe de commande
Aptitude au fonctionnement en service (voir 8.3.4 et Tableau 13)	Fonctionnement en service Vérification diélectrique Courant de fuite ^b Vérification de l'échauffement
Aptitude au fonctionnement en court-circuit ^c (voir 8.3.5 et Tableau 14)	Courant de courte durée admissible Pouvoir de fermeture en court-circuit ^a Vérification diélectrique Courant de fuite ^b Vérification de l'échauffement
Courant de court-circuit conditionnel ^c (voir 8.3.6 et Tableau 15)	Tenue au court-circuit avec protection par fusibles Etablissement en court-circuit avec protection par fusibles ^a Vérification diélectrique Courant de fuite ^b Vérification de l'échauffement
Aptitude au fonctionnement en surcharge ^d (voir 8.3.7 et Tableau 16)	Essai de surcharge Vérification diélectrique Courant de fuite ^b Vérification de l'échauffement
^a Pas exigé pour les sectionneurs (AC-20 ou DC-20). Voir 4.3.5.2 et 4.3.5.3. ^b Exigé seulement pour les matériels aptes au sectionnement de tension assignée supérieure à 50 V. ^c Une seule des séquences d'essais III ou IV est à effectuer, suivant les caractéristiques assignées indiquées par le constructeur. ^d Pas exigé pour les interrupteurs, sectionneurs et interrupteurs-sectionneurs. ^e Peut être réalisé en dehors de la séquence, voir 8.3.1. ^f Applicable à 8.3.2.1.3 seulement.	

8.3.2 Conditions générales pour les essais

8.3.2.1 Exigences générales

Le Paragraphe 8.3.2.1 de l'IEC 60947-1 s'applique à tous les essais de type, le cas échéant. Au début de toute séquence d'essais, le matériel doit être à l'état neuf et propre.

La force appliquée pour toute manœuvre d'ouverture ne doit pas être supérieure à la force d'essai déterminée en 8.2.5.2 de l'IEC 60947-1 et doit être appliquée de la même manière sans secousse.

Lorsqu'il existe un doute sur le fait que la manœuvre d'ouverture est correcte, 3 tentatives au plus sont admises pour amener le matériel en position d'ouverture.

Afin de réduire le nombre d'essais pour les matériels de même conception de base, les exigences d'essai suivantes peuvent être utilisées.

8.3.2.1.1 Essais simplifiés pour des matériels ayant la même conception de base

Lorsqu'une gamme d'interrupteurs, de sectionneurs, d'interrupteurs-sectionneurs ou de combinés-fusibles de même conception de base est examinée simultanément, les variantes suivantes sont admises, à condition que le matériel reste conforme par ailleurs.

8.3.2.1.2 Exigences pour des matériels ayant la même conception de base

Pour que les interrupteurs, les sectionneurs, les interrupteurs-sectionneurs, ou les combinés-fusibles soient considérés comme étant de même conception de base, ils doivent être évalués en considérant les critères suivants:

- a) les matériaux, la finition et les dimensions des parties conductrices sont identiques, sauf pour les variantes dans la conception des bornes et des moyens de fixation des fusibles;
- b) la taille des contacts, le matériau, la configuration et le mode de fixation sont identiques;
- c) le mécanisme de manœuvre est de même conception de base, les matériaux et les caractéristiques physiques sont identiques;
- d) les vitesses d'ouverture et de fermeture des contacts sont substantiellement les mêmes;
- e) les matériaux isolants et moulés sont identiques;
- f) la méthode, les matériaux et la construction des dispositifs d'extinction d'arc sont identiques.

Les variantes suivantes sont également permises, à condition que la procédure d'essai simplifiée donnée en 8.3.2.1.3 soit utilisée:

- g) la catégorie d'emploi et la tension d'emploi;
- h) l'application en 50 Hz ou 60 Hz;
- i) les matériels à trois ou quatre pôles (neutre commuté ou non commuté), à condition que les exigences de 7.1.9 soient appliquées;
- j) la conception des bornes, à condition que les distances d'isolement et les lignes de fuite ne soient pas réduites (voir 8.2.4 et 8.3.3.2 de la présente norme et voir aussi 7.1.4 et 8.3.3.1 de l'IEC 60947-1);
- k) les différents types d'organe de commande, additionnels ou intégrés, à condition que les exigences concernant leur robustesse (voir 8.2.5) soient vérifiées sur chaque type d'organe de commande, pour l'un d'entre eux pendant la séquence d'essais I;
- l) les contacts du socle de l'interrupteur à fusibles, du sectionneur à fusibles et de l'interrupteur-sectionneur à fusibles avec différents types d'éléments de remplacement (élément de remplacement retiré uniquement en l'absence de charge).

8.3.2.1.3 Procédure d'essai simplifiée

La procédure d'essai simplifiée suivante doit être utilisée.

- a) Si le marquage d'un matériel ayant la même conception de base présente plus d'une catégorie d'emploi et/ou plus d'une tension d'emploi, le nombre d'échantillons d'essai peut être réduit, à condition que les essais soient effectués dans les conditions les plus sévères.

Pour les essais de court-circuit, d'établissement et de coupure, et de fonctionnement en service, les conditions sont estimées plus sévères si les conditions suivantes sont simultanément remplies:

- tension assignée d'emploi égale ou supérieure;
- courant d'essai égal ou supérieur;
- facteur de puissance égal ou inférieur;
- nombre de manœuvres égal ou supérieur.

- b) Les essais effectués à 50 Hz sont estimés couvrir les applications à 60 Hz et vice versa, avec les exceptions suivantes:

- l'essai d'échauffement selon 8.3.3.1 pour les dispositifs ayant un courant supérieur à 800 A;

NOTE Par accord entre le constructeur et l'utilisateur, les essais à 50 Hz peuvent être acceptés pour le fonctionnement à 60 Hz et vice versa pour les courants supérieurs à 800 A.

- l'échauffement et le fonctionnement en service des relais et des déclencheurs (voir 7.2.2 et 7.2.2.6 de l'IEC 60947-1). Les essais d'échauffement des bobines doivent être effectués pour chaque fréquence, mais pour une seule fréquence au cours de la séquence d'essais concernée, et si une alimentation séparée des bobines et des autres circuits est possible, il est permis que les autres circuits restent alimentés à 50 Hz.
- c) Les essais effectués sur des appareils tripolaires sont estimés couvrir aussi les appareils tétrapolaires avec un pôle neutre non commuté, à condition qu'un essai unipolaire sur le pôle neutre soit effectué conformément à 8.3.3.3.4 de l'IEC 60947-1.
Les essais effectués sur des appareils ayant quatre pôles commutés sont estimés couvrir aussi les appareils ayant trois pôles commutés, à condition que tous les pôles soient identiques et que les vitesses d'ouverture et de fermeture des contacts soient substantiellement les mêmes (seules les exigences de 7.1.9 concernant l'ouverture et la fermeture du pôle neutre sont applicables). Toutefois, les appareils ayant quatre pôles commutés doivent toujours être raccordés en triphasé (voir Figure 11 de l'IEC 60947-1).
- d) Essais effectués avec différents types de contacts de socle.
Lorsque des interrupteurs à fusibles, des sectionneurs à fusibles ou des interrupteurs-sectionneurs à fusibles sont conçus pour être fournis avec différents types de contacts de socle, les essais d'échauffement selon 8.3.3.1 doivent être effectués sur chaque type, au courant assigné maximal du fusible correspondant.
Le type ayant l'échauffement maximal parmi ceux dont le courant d'essai est maximal doit être utilisé pour les essais des séquences I, II et V.
La séquence IV doit être effectuée sur chaque type de contacts de socle dont les moyens de connexion des fusibles sont autres que des connexions boulonnées, au courant conditionnel de court-circuit assigné correspondant le plus élevé, et, s'il est différent, avec le type de fusible ayant l'énergie traversante maximale à la tension d'essai la plus élevée.
- e) Essais réalisés avec différentes conceptions de borne.
Lorsqu'un matériel est conçu pour être fourni avec différentes conceptions de borne, les exigences et les essais selon 8.3.3.1 et 8.2.4 de l'IEC 60947-1 doivent être réalisés sur chaque conception.
Lorsque le matériel a des bornes prévues pour être enfichées sur un jeu de barres, les essais conformément à 8.3.3.1, 8.3.5.1 ou 8.3.6.2.1 a), selon le cas, doivent être effectués. Une vérification de l'enfichage doit être faite. Le nombre de cycles de fonctionnement doit être de 50, le cycle allant de la position connectée à la position déconnectée et retour à la position connectée.
L'essai est considéré comme satisfaisant si les conditions de fonctionnement de l'appareil n'ont pas été détériorées.
- f) Les essais de 8.3.2.1.3, points d) et e) permettent de vérifier l'échauffement des bornes et des parties accessibles.
Si les limites d'échauffement des parties accessibles sont essayées selon 8.3.2.1.3 et satisfont au Tableau 3 de l'IEC 60947-1, il n'est pas nécessaire d'effectuer des essais supplémentaires sur ces parties selon 8.3.3.6.
Etant donné que l'objectif des essais 8.3.2.1.3, points d) et e) est de se placer dans le cas le plus défavorable, les valeurs du Tableau 2 de l'IEC 60947-1 ne s'appliquent pas.

8.3.2.2 Grandeurs d'essai

Le Paragraphe 8.3.2.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

8.3.2.3 Interprétation des résultats d'essais

Le comportement du matériel au cours des essais et son état après les essais sont spécifiés dans le paragraphe approprié.

8.3.2.4 Compte rendu d'essai

Le Paragraphe 8.3.2.4 de l'IEC 60947-1 s'applique.

8.3.3 Séquence d'essais I: caractéristiques générales de fonctionnement

Cette séquence d'essais s'applique aux types de matériels indiqués au Tableau 11 et comprend les essais figurant dans ce tableau.

8.3.3.1 Echauffement

Le Paragraphe 8.3.3.3 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants:

Au minimum, l'essai doit être mené au courant assigné d'emploi I_e . Au choix du fabricant, si I_{th} et/ou I_{the} sont supérieurs à I_e , on peut utiliser la valeur la plus élevée. Dans le cas d'une valeur AC-20 ou DC-20, l'essai d'échauffement doit être effectué à I_{th} , ou à I_{the} si le dispositif se trouve dans une enveloppe spécifiée. Les combinés-fusibles doivent être munis d'éléments de remplacement dont le courant assigné est égal au courant thermique conventionnel du combiné.

L'élément de remplacement doit avoir une puissance dissipée ne dépassant pas la valeur maximale spécifiée par le constructeur du matériel.

NOTE 1 L'essai peut être effectué avec un élément de remplacement conventionnel d'essai de conception sensiblement analogue à celle de l'élément de remplacement normalisé et de même puissance dissipée.

Dans le cas d'essais effectués sur un fusible-interrupteur, un fusible-sectionneur ou un fusible-interrupteur-sectionneur, lorsque les lames des éléments de remplacement font partie des contacts de fermeture-coupure, l'élément de remplacement doit être utilisé.

NOTE 2 Pour un fusible-interrupteur ou un fusible-interrupteur-sectionneur, lorsque les lames de l'élément de remplacement font partie des contacts de fermeture-coupure, des éléments factices ou des conducteurs de cuivre ne peuvent pas remplacer les éléments de remplacement parce que les lames des éléments de remplacement s'usent. L'usure des lames des éléments de remplacement influence la vérification thermique conformément à 8.3.3.6.

Le compte rendu d'essai doit mentionner tous les renseignements utiles sur les éléments de remplacement utilisés pour l'essai, c'est-à-dire le nom et la référence du constructeur, le courant assigné, la puissance dissipée par l'élément de remplacement et le pouvoir de coupure. On admettra que l'essai de type effectué avec les éléments de remplacement spécifiés s'applique à l'utilisation de tout autre élément de remplacement ayant, pour le courant thermique conventionnel du combiné, une puissance dissipée inférieure ou égale à celle de l'élément de remplacement utilisé pour l'essai.

Tableau 11 – Séquence d'essais I: caractéristiques générales de fonctionnement

Essais	N° de paragraphe	Echantillons ^c	Types de matériel et ordre des essais					
			Inter-rupteur	Fusible-inter-rupteur et inter-rupteur à fusibles	Sectionneur	Sectionneur à fusibles et fusible-sectionneur	Inter-rupteur-sectionneur	Inter-rupteur-sectionneur à fusibles et fusible-inter-rupteur-sectionneur
Echauffement ^{d, e}	8.3.3.1	A,B,C,F	1	1	1	1	1	1
Propriétés diélectriques ^d	8.3.3.2	A,C,F	2	2	2	2	2	2
Pouvoirs de fermeture et de coupure	8.3.3.3	A,D	3	3	a	a	3	3
Vérification diélectrique	8.3.3.4	A,D	4	4	a	a	4	4
Courant de fuite ^b	8.3.3.5	A,D	-	-	3	3	5	5
Vérification de l'échauffement	8.3.3.6	A,D	5	5	4	4	6	6
Robustesse du mécanisme de l'organe de commande	8.3.3.7	A,E	-	-	5	5	7	7

^a Cet essai n'est pas exigé pour les sectionneurs (AC-20 ou DC-20). Voir 4.3.5.2 et 4.3.5.3.

^b Cet essai n'est exigé que si U_e est supérieure à 50 V.

^c Seuls les essais marqués avec la même lettre doivent être effectués en séquence sur un échantillon donné: «A» est un échantillon de chaque conception de base, choisi parmi ceux dont le courant assigné I_e est le plus élevé, et, le cas échéant, ayant l'échauffement le plus élevé selon 8.3.2.1.3, point d).

Autres échantillons selon le cas:

«B» est un échantillon différent pour l'essai à 60 Hz, le cas échéant, conformément à 8.3.2.1.3, point b);

«C» sont des échantillons de chacune des autres conceptions de borne, essayés au courant assigné maximal correspondant;

«D» sont des échantillons pour vérifier toutes les combinaisons de U_e , I_e , caractéristiques en courant alternatif ou en courant continu, à soumettre aux essais (voir 8.3.2.1.3);

«E» est l'échantillon supplémentaire comme spécifié en 8.2.5.1 et qui peut être un des échantillons B, C ou D;

«F» sont des échantillons de chaque type de porte-fusible de combiné-fusibles selon 8.3.2.1.3, point d).

^d Peut être réalisé en dehors de la séquence, voir 8.3.1.

^e Applicable à 8.3.2.1.3 seulement.

8.3.3.2 Essai des propriétés diélectriques

Le Paragraphe 8.3.3.4.1, points 1), 2), 3), 7) et, si applicable, 8) de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Lorsque, en accord avec le constructeur, les appareils sont déconnectés pour l'essai conformément à 8.3.3.4.1, point 3) c) de l'IEC 60947-1, le rapport d'essai doit mentionner ces appareils.

Pour les matériels aptes au sectionnement (voir 3.3) ayant une tension d'emploi U_e supérieure à 50 V, le courant de fuite doit être mesuré à travers chaque pôle avec les contacts en position d'ouverture, à une tension d'essai égale à $1,1 U_e$ et ne doit pas dépasser 0,5 mA.

8.3.3.3 Pouvoirs de fermeture et de coupure

8.3.3.3.1 Valeurs et conditions d'essai

Le Paragraphe 8.3.3.5 de l'IEC 60947-1 s'applique aux matériels dotés d'un pôle neutre.

Le Paragraphe 7.2.4.1, Tableau 3, indique les valeurs d'essai, en fonction de la catégorie d'emploi.

Le nombre indiqué de cycles de manœuvres d'établissement-coupure doit être effectué avec un intervalle de temps de $30 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$ entre les cycles de fermeture et d'ouverture, sauf dans le cas des matériels de courant thermique conventionnel égal ou supérieur à 400 A pour lesquels cet intervalle de temps peut être augmenté par accord entre le constructeur et l'utilisateur et doit être précisé dans le compte rendu d'essai.

Pendant chaque cycle de manœuvres d'établissement-coupure, il suffit que le matériel reste dans la position de fermeture pendant une durée suffisamment longue pour permettre à la manœuvre électrique de s'effectuer pour que la valeur de courant à établir soit atteinte et pour que les pièces mobiles du matériel puissent atteindre leurs positions de repos. Après chaque cycle de manœuvres, la tension de rétablissement doit être maintenue pendant au moins 0,05 s.

Pour faciliter les essais des matériels de catégorie d'emploi AC-23A et AC-23B, les cycles de manœuvres d'établissement-coupure peuvent être remplacés, avec l'accord du constructeur par le nombre indiqué de cycles de manœuvres d'établissement à $10 I_e$ suivis du même nombre de cycles de manœuvres de coupure à $8 I_e$.

En courant alternatif, le facteur de puissance du circuit d'essai doit être déterminé comme indiqué en 8.3.4.1.3 de l'IEC 60947-1. Les valeurs doivent être conformes à celles du Tableau 3.

En courant continu, la constante de temps du circuit d'essai doit être déterminée comme indiqué en 8.3.4.1.4 de l'IEC 60947-1. Les valeurs doivent être conformes à celles du Tableau 3.

La tension d'essai doit être appliquée et la charge doit être reliée aux bornes appropriées du matériel. Pour un matériel dans lequel un contact mobile reste relié à l'une des bornes quand le matériel est dans la position d'ouverture, cet essai doit être répété en permutant les connexions d'alimentation et de charge, à moins que les bornes ne soient réellement marquées de façon distincte pour la charge et l'alimentation.

Dans le cas d'essais effectués sur un fusible-interrupteur ou un fusible-interrupteur-sectionneur, lorsque les lames des éléments de remplacement font partie des contacts de fermeture-coupure, l'élément de remplacement doit être utilisé.

NOTE Pour un fusible-interrupteur ou un fusible-interrupteur-sectionneur, lorsque les lames de l'élément de remplacement font partie des contacts de fermeture-coupure, des éléments factices ou des conducteurs de cuivre ne peuvent pas remplacer les éléments de remplacement parce que les lames des éléments de remplacement de ces appareils s'usent. L'usure des lames des éléments de remplacement influence la vérification thermique conformément à 8.3.3.6.

Les caractéristiques des éléments de remplacement utilisés pour l'essai, c'est à dire le nom du constructeur, la référence, le courant assigné, la puissance dissipée de l'élément de remplacement et le pouvoir de coupure, doivent être précisés dans le rapport d'essai.

Dans le cas d'essais effectués sur un interrupteur à fusibles ou un interrupteur-sectionneur à fusibles, les éléments de remplacement peuvent être remplacés par des liaisons en cuivre appropriées, de dimensions et de masse électriquement équivalentes à celles des éléments de remplacement recommandés par le constructeur.

8.3.3.3.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.3.5.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

8.3.3.3.3 Tension transitoire de rétablissement

Le Paragraphe 8.3.3.5.3 de l'IEC 60947-1 n'est applicable qu'aux catégories d'emploi AC-22 et AC-23. Pour les essais aux catégories d'emploi DC-22 et DC-23, la charge du circuit d'essai peut être remplacée par un moteur donnant lieu aux valeurs spécifiées de courant et de constante de temps, s'il y a accord entre le constructeur et l'utilisateur.

8.3.3.3.4 Disponible

8.3.3.3.5 Comportement du matériel pendant les essais de pouvoir de fermeture et de coupure

Le matériel doit se comporter, au cours des essais ci-dessus, de manière à ne pas mettre l'opérateur en danger ou endommager le matériel adjacent.

Il ne doit pas se produire d'arc permanent ou de décharge entre les pôles ou entre les pôles et le bâti, et le fusible du circuit de détection ne doit pas fondre.

Le matériel doit rester en état de fonctionnement mécanique. Une soudure des contacts, telle qu'elle empêche d'effectuer la manœuvre d'ouverture par les moyens normaux de manœuvre, n'est pas admise.

8.3.3.3.6 Etat du matériel après les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure

On doit vérifier, immédiatement après l'essai, que le matériel se ferme et s'ouvre de façon satisfaisante au cours d'une manœuvre de fermeture-ouverture à vide.

La force requise pour l'ouverture ne doit pas être supérieure à la force d'essai de 8.2.5.2 et du Tableau 17 de l'IEC 60947-1.

On considère qu'une manœuvre de fermeture est satisfaisante si la manœuvre normale de la poignée sur sa course complète ferme suffisamment les contacts pour que le matériel puisse supporter son courant assigné d'emploi.

Après les essais, et sans entretien, le matériel doit répondre aux exigences de 8.3.3.4.

Les contacts doivent être dans un état leur permettant de supporter le courant assigné d'emploi sans entretien et doivent satisfaire à la vérification de l'échauffement de 8.3.3.6.

Si le matériel est apte au sectionnement, il doit également répondre aux exigences de 8.3.3.5 et de 8.3.3.7.

8.3.3.4 Vérification diélectrique

Après l'essai conforme à 8.3.3.3, un essai doit être effectué conformément à 8.3.3.4.1 4) de l'IEC 60947-1.

8.3.3.5 Courant de fuite

Cet essai n'est effectué que sur les matériels aptes au sectionnement de tension assignée d'emploi U_e supérieure à 50 V. Le courant de fuite entre contacts ouverts doit être vérifié de la façon suivante:

- a) sectionneur et interrupteur-sectionneur: entre bornes d'entrée et de sortie;
- b) sectionneur à fusibles, interrupteur-sectionneur à fusibles, fusible-sectionneur et fusible-interrupteur-sectionneur à coupure unique: entre bornes d'entrée et de sortie;
- c) sectionneur à fusibles, interrupteur-sectionneur à fusibles, fusible-sectionneur et fusible-interrupteur-sectionneur à coupure double: (i) entre les bornes d'entrée et les éléments de remplacement; (ii) entre les bornes de sortie et les éléments de remplacement; et (iii) entre bornes d'entrée et de sortie.

La valeur du courant de fuite, sous une tension d'essai égale à 1,1 fois la tension assignée d'emploi du matériel ne doit pas dépasser

- 0,5 mA par pôle pour les matériels de catégories d'emploi AC-20A, AC-20B, DC-20A ou DC-20B;
- 2 mA par pôle pour les matériels de toutes les autres catégories d'emploi.

8.3.3.6 Vérification de l'échauffement

Après les essais selon 8.3.3.3, l'échauffement des bornes et des parties accessibles doit être vérifié conformément à 8.3.3.1 sauf lorsqu'une catégorie d'emploi est assignée, auquel cas les essais sont réalisés au courant assigné d'emploi I_e du matériel soumis aux essais.

Les bornes et les parties accessibles ne doivent pas dépasser les valeurs limites indiquées au Tableau 12.

Tableau 12 – Limites d'échauffement des bornes et des parties accessibles

Description de l'organe ^a	Limites d'échauffement K
Bornes de raccordement à des connections extérieures	80
Organes de manœuvre manuels: – métalliques – non métalliques	25 35
Parties destinées à être touchées mais non tenues en mains: – métalliques – non métalliques	40 50
Parties qui ne demandent pas à être touchées en service normal: – métalliques – non métalliques	50 60
^a Aucune valeur n'est spécifiée pour les pièces autres que celles énumérées, mais aucun dommage ne doit être occasionné aux pièces voisines en matériau isolant.	

8.3.3.7 Robustesse du mécanisme de l'organe de commande

Le Paragraphe 8.2.5 s'applique au matériel apte au sectionnement.

8.3.4 Séquence d'essais II: aptitude au fonctionnement en service

Cette séquence d'essais s'applique aux types de matériels indiqués au Tableau 13 et comprend les essais figurant dans ce tableau.

Ceux-ci sont effectués pour vérifier la conformité aux dispositions de 7.2.4.2.

Tableau 13 – Séquence d'essais II: aptitude au fonctionnement en service

Essais	N° de paragraphe	Echantillons ^b	Types de matériel et ordre des essais					
			Inter-rupteur	Fusible-inter-rupteur et inter-rupteur à fusibles	Section-neur	Section-neur à fusibles et fusible-section-neur	Inter-rupteur-section-neur	Inter-rupteur-section-neur à fusibles et fusible-inter-rupteur-section-neur
Fonctionnement en service	8.3.4.1	A, B	1	1	1	1	1	1
Vérification diélectrique	8.3.4.2	A, B	2	2	2	2	2	2
Courant de fuite ^a	8.3.4.3	A, B	–	–	3	3	3	3
Vérification de l'échauffement	8.3.4.4	A, B	3	3	4	4	4	4
^a Cet essai n'est exigé que si U_e est supérieure à 50 V. ^b «A» est un échantillon de la conception de base, choisi parmi ceux dont le courant assigné I_e est le plus élevé, et le cas échéant, ayant l'échauffement le plus élevé selon 8.3.2.1 3d). «B», le cas échéant, sont des échantillons pour vérifier toutes les combinaisons de U_e , I_e , caractéristiques en courant alternatif ou en courant continu, à soumettre aux essais.								

8.3.4.1 Essai de fonctionnement en service

8.3.4.1.1 Valeurs et conditions d'essai

Les valeurs d'essai sont indiquées aux Tableaux 4 et 5, en fonction de la catégorie d'emploi.

L'intervalle de temps entre les cycles de manœuvres du Tableau 4 avec courant et ceux sans courant ainsi que l'ordre des séquences d'essais doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

Pendant chaque cycle de manœuvres d'établissement-coupure, il suffit que le matériel reste dans la position de fermeture pendant une durée suffisamment longue pour permettre à la manœuvre électrique de s'effectuer, pour que la valeur du courant à établir soit atteinte et pour que les pièces mobiles du matériel puissent atteindre leurs positions de repos. Après chaque cycle de manœuvres, la tension de rétablissement doit être maintenue pendant au moins 0,05 s.

En courant alternatif, le facteur de puissance du circuit d'essai doit être déterminé comme indiqué en 8.3.4.1.3 de l'IEC 60947-1. Les valeurs doivent être conformes à celles du Tableau 5.

En courant continu, la constante de temps du circuit d'essai doit être déterminée comme indiqué en 8.3.4.1.4 de l'IEC 60947-1. Les valeurs doivent être conformes au Tableau 5.

8.3.4.1.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.3.5.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

8.3.4.1.3 Tension transitoire de rétablissement

Il n'est pas nécessaire de régler la tension transitoire de rétablissement.

8.3.4.1.4 Surtensions de manœuvre

A l'étude.

8.3.4.1.5 Comportement du matériel pendant l'essai de fonctionnement en service

Le matériel doit se comporter, au cours des essais ci-dessus, de manière à ne pas mettre l'opérateur en danger ou endommager le matériel adjacent.

Il ne doit pas se produire d'arc permanent ou de claquage entre les pôles ou entre les pôles et le bâti, et le fusible du circuit de détection ne doit pas fondre.

Le matériel doit rester en état de fonctionnement mécanique. Une soudure des contacts, telle qu'elle empêche d'effectuer la manœuvre d'ouverture par les moyens de manœuvre normaux, n'est pas admise.

Une certaine usure du mécanisme et des contacts est admise, à condition que le matériel fonctionne correctement.

8.3.4.1.6 Etat du matériel après l'essai de fonctionnement en service

On doit vérifier, immédiatement après l'essai, que le matériel se ferme et s'ouvre de façon satisfaisante au cours d'une manœuvre de fermeture-ouverture à vide.

La force requise pour l'ouverture ne doit pas être supérieure à la force d'essai de 8.2.5.2 et du Tableau 17 de l'EC 60947-1.

On considère qu'une manœuvre de fermeture est satisfaisante si la manœuvre normale de la poignée sur sa course complète ferme suffisamment les contacts pour que le matériel puisse supporter son courant assigné d'emploi.

Après les essais, et sans entretien, le matériel doit répondre aux exigences de 8.3.4.2.

Les contacts doivent être dans un état leur permettant de supporter le courant assigné d'emploi sans entretien et doivent satisfaire à la vérification d'échauffement de 8.3.4.4.

Si le matériel est apte au sectionnement, il doit répondre aux exigences de 8.3.4.3.

8.3.4.2 Vérification diélectrique

Le Paragraphe 8.3.3.4 s'applique.

8.3.4.3 Courant de fuite

Le Paragraphe 8.3.3.5 s'applique.

8.3.4.4 Vérification de l'échauffement

Le Paragraphe 8.3.3.6 s'applique.

8.3.5 Séquence d'essais III: aptitude au fonctionnement en court-circuit

Cette séquence d'essais s'applique aux types de matériel indiqués au Tableau 14 et comprend les essais figurant dans ce tableau.

Cette séquence d'essais n'est pas obligatoire si le constructeur n'a pas indiqué de valeur de pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (voir 8.3.5.2.1), et si la séquence d'essais IV (voir 8.3.6) est effectuée.

Ces essais sont effectués pour vérifier la conformité aux dispositions de 7.2.5.

Tableau 14 – Séquence d'essais III: aptitude au fonctionnement en court-circuit

Essais	N° de paragraphe	Echantillons ^d	Types de matériel et ordre des essais					
			Inter-rupteur	Fusible-inter-rupteur et inter-rupteur à fusibles	Section-neur	Section-neur à fusibles et fusible-section-neur	Inter-rupteur-section-neur	Inter-rupteur-section-neur à fusibles et fusible-inter-rupteur-section-neur
Courant de courte durée admissible	8.3.5.1	A	1		1		1	
Pouvoir de fermeture en court-circuit ^{a b}	8.3.5.2	A, B	2	Ne s'applique pas	–	Ne s'applique pas	2	Ne s'applique pas
Vérification diélectrique	8.3.5.3	A, B	3		2		3	
Courant de fuite ^c	8.3.5.4	A, B	–		3		4	
Vérification de l'échauffement	8.3.5.5	A, B	4		4		5	
^a La séquence d'essais III n'est pas obligatoire si la séquence d'essais IV est effectuée. ^b Les interrupteurs et les interrupteurs-sectionneurs n'ayant pas de pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (voir 2.1) doivent satisfaire aux dispositions de la séquence d'essais IV (voir Tableau 15). ^c Cet essai n'est exigé que si U_e est supérieure à 50 V. ^d «A» est un échantillon de chaque conception de base, choisi parmi ceux dont le courant I_{cw} est le plus élevé. «B», le cas échéant, sont des échantillons pour vérifier toutes les combinaisons de U_e , I_{cw} ou I_{cm} , caractéristiques en courant alternatif ou en courant continu, à soumettre aux essais.								

8.3.5.1 Essai de tenue au courant de courte durée admissible

8.3.5.1.1 Grandeurs et conditions d'essais

Les conditions d'essais de 8.3.4.3 de l'IEC 60947-1 s'appliquent.

Le courant d'essai doit être le courant assigné de courte durée admissible déclaré conformément à 4.3.6.1.

8.3.5.1.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.4.1.2 de l'IEC 60947-1 s'applique.

En courant alternatif, le facteur de puissance du circuit d'essai doit être comme indiqué en 8.3.4.1.3 de l'IEC 60947-1.

En courant continu, la constante de temps du circuit d'essai doit être comme indiqué en 8.3.4.1.4 de l'IEC 60947-1.

8.3.5.1.3 Etalonnage du circuit d'essai

L'étalonnage du circuit d'essai est effectué en plaçant des connexions provisoires B d'impédance négligeable aussi près qu'il est possible de le faire des bornes destinées au raccordement du matériel en essai.

En courant alternatif, les résistances R_1 et les réactances X sont réglées de façon à obtenir, à la tension appliquée, un courant égal au courant assigné de courte durée admissible ainsi que le facteur de puissance indiqué en 8.3.4.1.3 de l'IEC 60947-1.

En courant continu, les résistances R_1 et les réactances X sont réglées de façon à obtenir, à la tension appliquée, un courant de valeur maximale égale au courant assigné de courte durée admissible ainsi que la constante de temps indiquée en 8.3.4.1.4 de l'IEC 60947-1.

8.3.5.1.4 Procédure d'essai

Les connexions temporaires B sont remplacées par le matériel en essai et le courant d'essai est appliqué pendant le temps spécifié, le matériel étant en position de fermeture.

8.3.5.1.5 Comportement du matériel au cours de l'essai

Le matériel doit se comporter, au cours de cet essai, de manière à ne pas mettre l'opérateur en danger ou endommager le matériel adjacent.

Il ne doit pas se produire d'arc permanent ou de claquage entre les pôles ou entre les pôles et le bâti, et le fusible du circuit de détection ne doit pas fondre.

Le matériel doit rester en état de fonctionnement mécanique. Une soudure des contacts, telle qu'elle empêche d'effectuer la manœuvre d'ouverture par les moyens de manœuvre normaux, n'est pas admise.

8.3.5.1.6 Etat du matériel après l'essai

On doit vérifier, immédiatement après l'essai, que le matériel se ferme et s'ouvre de façon satisfaisante au cours d'une manœuvre de fermeture-ouverture à vide.

La force requise pour l'ouverture ne doit pas être supérieure à la force d'essai de 8.2.5.2 et du Tableau 17 de l'IEC 60947-1.

On considère qu'une manœuvre de fermeture est satisfaisante si la manœuvre normale de la poignée sur sa course complète ferme suffisamment les contacts pour que le matériel puisse supporter son courant assigné d'emploi.

Si le matériel est un interrupteur ou un interrupteur-sectionneur, il doit être soumis, après l'essai et sans entretien, à l'essai de pouvoir de fermeture en court-circuit, de 8.3.5.2, comme indiqué au Tableau 14.

Si le matériel est apte au sectionnement, il doit répondre, sans entretien, à la vérification diélectrique de 8.3.5.3.

Les contacts d'un sectionneur doivent être dans un état leur permettant de supporter sans entretien le courant assigné d'emploi et doivent satisfaire à la vérification d'échauffement de 8.3.5.5.

8.3.5.2 Essai de pouvoir de fermeture en court-circuit

8.3.5.2.1 Valeurs et conditions d'essai

L'essai doit être effectué sur le même matériel que pour l'essai de 8.3.5.1, sans aucun entretien.

Le courant d'essai doit être celui qui est assigné par le constructeur comme indiqué en 4.3.6.2.

8.3.5.2.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.5.1.2 s'applique.

8.3.5.2.3 Etalonnage du circuit d'essai

L'étalonnage du circuit d'essai est effectué en plaçant des connexions temporaires *B* d'impédance négligeable aussi près que possible des bornes destinées au raccordement du matériel en essai.

Suivant que le matériel a des caractéristiques assignées pour le courant alternatif ou pour le courant continu, l'étalonnage est effectué comme indiqué ci-après.

a) En courant alternatif:

Les essais doivent être effectués à la fréquence assignée du matériel.

Le courant présumé doit être appliqué pendant au moins 0,05 s et sa valeur est la valeur efficace déterminée d'après l'enregistrement d'étalonnage. Cette valeur doit être égale ou supérieure à la valeur spécifiée sur un pôle au moins.

La valeur moyenne de toutes les phases doit répondre aux tolérances de 8.3.2.2 de l'IEC 60947-1.

La valeur de crête la plus élevée du courant présumé au cours de son premier cycle ne doit pas être inférieure à n fois le courant assigné de court-circuit, la valeur de n étant celle figurant à la quatrième colonne du Tableau 16 de l'IEC 60947-1.

b) En courant continu:

Le courant doit être appliqué pendant le temps spécifié et sa valeur moyenne, déterminée d'après l'enregistrement, doit être au moins égale à la valeur spécifiée.

Si la station d'essai n'est pas en mesure d'effectuer ces essais en courant continu, ceux-ci peuvent être effectués en courant alternatif, s'il existe un accord entre le constructeur et l'utilisateur, et si des précautions convenables sont prises, par exemple, la valeur de crête du courant ne doit pas être supérieure au courant admissible.

Dans le cas d'un matériel ayant le même courant assigné en courant alternatif et en courant continu, l'essai en courant alternatif doit être considéré comme valable pour le courant continu.

8.3.5.2.4 Procédure d'essai

Les connexions temporaires *B* sont remplacées par le matériel en essai et le matériel doit effectuer deux manœuvres de fermeture, avec un intervalle d'environ 3 min entre ces manœuvres, sur une valeur de crête du courant présumé au moins égale au pouvoir assigné de fermeture en court-circuit du matériel. Le courant doit être maintenu pendant au moins 0,05 s.

Le mécanisme de fermeture doit être manœuvré de façon à simuler aussi fidèlement que possible les conditions de service.

8.3.5.2.5 Comportement du matériel au cours de l'essai

Le matériel doit se comporter, au cours des essais ci-dessus, de manière à ne pas mettre l'opérateur en danger ou endommager le matériel adjacent.

Il ne doit pas se produire d'arc permanent ou de claquage entre les pôles ou entre les pôles et le bâti, et le fusible de circuit de détection ne doit pas fondre.

Le matériel doit rester en état de fonctionnement mécanique. Une soudure des contacts telle qu'elle empêche d'effectuer la manœuvre d'ouverture par les moyens de manœuvre normaux n'est pas admise.

8.3.5.2.6 Etat du matériel après l'essai

On doit vérifier, immédiatement après l'essai, que le matériel s'ouvre et se ferme de façon satisfaisante au cours d'une manœuvre d'ouverture-fermeture à vide.

La force requise pour l'ouverture ne doit pas être supérieure à la force d'essai de 8.2.5.2 et du Tableau 17 de l'EC 60947-1.

On considère qu'une manœuvre de fermeture est satisfaisante si la manœuvre normale de la poignée sur sa course complète ferme suffisamment les contacts pour que le matériel puisse supporter son courant assigné d'emploi.

Après l'essai, et sans entretien, le matériel doit satisfaire à la vérification diélectrique de 8.3.5.3.

Les contacts doivent être dans un état leur permettant de supporter sans entretien le courant assigné d'emploi le plus élevé et doivent satisfaire à la vérification de l'échauffement de 8.3.5.5.

8.3.5.3 Vérification diélectrique

Le Paragraphe 8.3.3.4 s'applique.

8.3.5.4 Courant de fuite

Le Paragraphe 8.3.3.5 s'applique, sauf que la valeur maximale du courant de fuite ne doit pas dépasser 2 mA par pôle pour toutes les catégories d'emploi.

8.3.5.5 Vérification de l'échauffement

Le Paragraphe 8.3.3.6 s'applique.

8.3.6 Séquence d'essais IV: courant de court-circuit conditionnel

Cette séquence d'essais s'applique aux types de matériels indiqués au Tableau 15 et comprend les essais figurant dans ce tableau.

Cette séquence d'essais n'est pas obligatoire si le constructeur n'a pas indiqué de valeur pour le courant assigné de court-circuit conditionnel et si la séquence d'essais III (voir 8.3.5) est effectuée.

Pour les interrupteurs, les sectionneurs et les interrupteurs-sectionneurs, le dispositif de protection contre les courts-circuit peut être un disjoncteur ou un fusible et doit être placé en aval du matériel en essai.

Le type du disjoncteur ou du fusible doit être celui qui est indiqué par le constructeur comme convenant au matériel.

Le compte rendu d'essai doit donner une description détaillée du dispositif de protection utilisé pour l'essai, c'est-à-dire, le nom du constructeur, la désignation du type, la tension assignée, le courant assigné et le pouvoir assigné de coupure en court-circuit.

On doit admettre que l'essai de type avec le dispositif de protection spécifié s'applique à l'utilisation de n'importe quel autre dispositif de protection dont les valeurs de l'intégrale de

Joule (I^2t) et du courant coupé limité, pour la tension assignée, le courant présumé et le facteur de puissance, ne dépassent pas les valeurs spécifiées pour le type de dispositif de protection utilisé pour l'essai.

Ces essais sont effectués pour vérifier la conformité aux dispositions de 7.2.5.

8.3.6.1 Tenue au court-circuit avec protection par disjoncteur

A l'étude.

8.3.6.2 Tenue au court-circuit avec protection par fusible

8.3.6.2.1 Grandeurs et conditions d'essai

Les éléments de remplacement doivent avoir le courant assigné maximal et le pouvoir assigné de coupure maximal que le constructeur estime convenables pour être employés avec le matériel.

Le constructeur du matériel doit fournir les éléments de remplacement (voir série IEC 60269) à utiliser pour l'essai. Les détails des éléments de remplacement utilisés doivent être consignés dans le rapport d'essai.

La tension d'essai à utiliser doit être égale à $1,05 U_e$, où U_e correspond à la tension d'emploi de l'appareil soumis à l'essai.

L'essai doit être effectué comme suit.

a) Essai de tenue

Un courant présumé correspondant au courant assigné de court-circuit conditionnel annoncé par le constructeur doit être appliqué au matériel en position de fermeture.

b) Essai d'établissement

Après l'essai de tenue du point a), tous les matériels conformément au Tableau 15 doivent être équipés d'éléments de remplacement neufs et fermés sur le courant assigné de court-circuit conditionnel.

Tableau 15 – Séquence d'essais IV: courant de court-circuit conditionnel

Essais	N° de paragraphe	Echantillons ^c	Types de matériel et ordre des essais					
			Inter-rupteur ^a	Fusible-inter-rupteur et inter-rupteur à fusibles	Sectionneur ^a	Sectionneur à fusibles et fusible-sectionneur	Inter-rupteur-sectionneur ^a	Inter-rupteur-sectionneur à fusibles et fusible-inter-rupteur-sectionneur
Tenue au court-circuit avec protection par fusible	8.3.6.2.1a)	A, B	1	1	1	1	1	1
Etablissement en court-circuit avec protection par fusible	8.3.6.2.1b)	A, B	2	2	–	–	2	2
Vérification diélectrique	8.3.6.3	A, B	3	3	2	2	3	3
Courant de fuite ^b	8.3.6.4	A, B	–	–	3	3	4	4
Vérification de l'échauffement	8.3.6.5	A, B	4	4	4	4	5	5
^a La séquence d'essais IV n'est pas obligatoire si la séquence d'essais III est effectuée (voir Tableau 14). ^b Cet essai n'est exigé que si U_e est supérieure à 50 V. ^c «A» est un échantillon de chaque conception de base, choisi parmi ceux dont le courant de court-circuit conditionnel est le plus élevé, ou le cas échéant, «A» sont des échantillons de chaque type au sens de 8.3.2.1.3d). «B», le cas échéant, sont des échantillons pour vérifier toutes les combinaisons de U_e , I_q , caractéristiques en courant alternatif ou en courant continu, à soumettre aux essais.								

8.3.6.2.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.5.1.2 s'applique.

8.3.6.2.3 Etalonnage du circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.5.2.3 s'applique.

8.3.6.2.4 Procédure d'essai

Pour les fusibles-interrupteurs, fusibles-sectionneurs et les fusibles-interrupteurs-sectionneurs, le mécanisme de fermeture doit être manœuvré selon 7.2.1.1.

Les connexions provisoires sont remplacées par le matériel en essai et le courant d'essai est appliqué conformément à 8.3.6.2.1.

La tension de rétablissement doit être maintenue pendant au moins 0,05 s après l'interruption du courant d'essai par le fusible.

8.3.6.2.5 Comportement du matériel au cours de l'essai

Le Paragraphe 8.3.5.2.5 s'applique.

8.3.6.2.6 Etat du matériel après l'essai

Le Paragraphe 8.3.5.2.6 s'applique.

8.3.6.3 Vérification diélectrique

Le Paragraphe 8.3.3.4 s'applique.

8.3.6.4 Courant de fuite

Le Paragraphe 8.3.5.4 s'applique.

8.3.6.5 Vérification de l'échauffement

Le Paragraphe 8.3.3.6 s'applique.

8.3.7 Séquence d'essais V: aptitude au fonctionnement en surcharge

Cette séquence d'essais s'applique aux types de matériels indiqués au Tableau 16 et comprend les essais figurant dans ce tableau.

8.3.7.1 Essai de surcharge

Le matériel doit d'abord être conditionné à la température de la pièce. Le courant d'essai est égal à $1,6 I_{the}$ ou $1,6 I_{th}$ pendant une période d'1 h ou jusqu'à ce qu'un ou plusieurs fusibles fondent. Si la durée est inférieure à 1 h, celle-ci doit être consignée dans le rapport d'essai.

Le constructeur du matériel doit fournir les éléments de remplacement (voir série IEC 60269) à utiliser pour l'essai. Les détails des éléments de remplacement utilisés doivent être consignés dans le rapport d'essai.

Le Paragraphe 8.3.3.1 s'applique sauf qu'aucune température ne doit être mesurée.

Dans les 3 min à 5 min qui suivent le fonctionnement du ou des fusibles ou à l'expiration de la période de 1 h, le matériel doit être manœuvré une fois, c'est-à-dire être ouvert et fermé. Le matériel ne doit pas avoir subi de dégradation nuisant à une telle manœuvre. La force pour ouvrir le matériel ne doit pas être supérieure à la force d'essai sur l'organe de commande de 8.2.5.2 et du Tableau 17 de l'EC 60947-1.

La durée de l'essai de surcharge doit être mesurée et indiquée dans le rapport d'essai.

8.3.7.2 Vérification diélectrique

Le Paragraphe 8.3.3.4 s'applique.

8.3.7.3 Courant de fuite

Le Paragraphe 8.3.3.5 s'applique.

8.3.7.4 Vérification de l'échauffement

Le Paragraphe 8.3.3.6 s'applique avec le complément suivant.

Les éléments de remplacement utilisés pendant l'essai de surcharge conformément à 8.3.7.1, doivent être remplacés par des éléments de remplacement neufs de même type et de mêmes caractéristiques assignées.

Tableau 16 – Séquence d'essais V: aptitude au fonctionnement en surcharge

Essais	N° de paragraphe	Echantillons ^b	Types de matériel et ordre des essais		
			Fusible-interrupteur et interrupteur à fusibles	Sectionneur à fusibles et fusible-sectionneur	Interrupteur-sectionneur à fusibles et fusible-interrupteur-sectionneur
Essai de surcharge	8.3.7.1	A	1	1	1
Vérification diélectrique	8.3.7.2	A	2	2	2
Courant de fuite ^a	8.3.7.3	A	–	3	3
Vérification de l'échauffement ^c	8.3.7.4	A	3	4	4

^a Cet essai n'est exigé que si U_e est supérieure à 50 V.

^b «A» est un échantillon de chaque conception de base, choisi parmi ceux dont le courant assigné I_e est le plus élevé, et le cas échéant, ayant l'échauffement le plus élevé selon 8.3.2.1.3 d).

^c Avec l'accord du constructeur, la séquence d'essais peut être modifiée de telle manière que l'essai de vérification de l'échauffement soit effectué immédiatement après l'essai de surcharge, suivi des essais de vérification diélectrique et du courant de fuite, le cas échéant.

8.4 Essais de compatibilité électromagnétique

Le Paragraphe 8.4 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Pendant les essais, le critère de comportement suivant s'applique:

- la séparation ou la fermeture des contacts non intentionnelle ne doit pas se produire.

8.4.1 Immunité

8.4.1.1 Matériels ne comprenant pas de circuits électroniques

Aucun essai n'est nécessaire (voir 7.3.2.1).

8.4.1.2 Matériels comprenant des circuits électroniques

Les exigences de 7.3.2.2 de l'IEC 60947-1 s'appliquent. Pour vérifier la conformité avec ces exigences, les essais contenus dans le Tableau 6 doivent être effectués.

8.4.2 Emission

8.4.2.1 Matériels ne comprenant pas de circuits électroniques

Aucun essai n'est nécessaire (voir 7.3.3.1).

8.4.2.2 Matériels comprenant des circuits électroniques

Les exigences de 7.3.3.2 s'appliquent. Les limites contenues dans le Tableau 7 doivent être vérifiées par des essais.

Les mesures doivent être faites dans le mode de fonctionnement, incluant les conditions de mise à la terre, produisant l'émission la plus élevée dans la bande de fréquences étudiée correspondant aux conditions normales de service (voir Article 6).

Chaque mesure doit être effectuée dans des conditions définies et reproductibles.

8.5 Essais spéciaux

La résistance à l'usure mécanique et/ou électrique est démontrée par l'essai de fonctionnement en service décrit en 8.3.4.1.

Lorsque des conditions anormales de service sont prévues (voir également la note de 7.2.4.3 de l'IEC 60947-1), les essais suivants peuvent être nécessaires.

8.5.1 Durabilité mécanique

L'essai de durabilité mécanique (voir 7.2.4.3 et 8.1.5), lorsqu'il est demandé, est effectué conformément aux exigences appropriées de 8.3.4.1, sauf que, pour les matériels aptes au sectionnement, la valeur maximale du courant de fuite ne doit pas dépasser 6 mA par pôle pour toutes les catégories d'emploi.

Le nombre total de cycles de manœuvres doit être conforme à ce qui est fixé par le constructeur.

8.5.2 Durabilité électrique

L'essai de durabilité électrique (voir 7.2.4.4 et 8.1.5), lorsqu'il est demandé, est effectué conformément aux exigences appropriées de 8.3.4.1, sauf que, pour les matériels aptes au sectionnement, la valeur maximale du courant de fuite ne doit pas dépasser 6 mA par pôle pour les catégories d'emploi AC-21, AC-22, AC-23, DC-21, DC-22 et DC-23.

Les matériels de catégories d'emploi AC-20A, AC-20B, DC-20A et DC-20B ne sont pas soumis à cet essai.

Le nombre total de cycles de manœuvres doit être celui déclaré par le constructeur.

Annexe A (normative)

Matériel pour la commande directe d'un seul moteur

A.1 Généralités

Les interrupteurs, les interrupteurs-sectionneurs et les combinés-fusibles normalement destinés à la commande directe d'un seul moteur doivent répondre aux exigences supplémentaires de la présente annexe. Ces exigences sont essentiellement les mêmes que celles des paragraphes correspondants de l'IEC 60947-4-1, et le matériel conforme à la présente annexe pourra porter sur sa plaque signalétique l'indication de la catégorie d'emploi correspondante selon le Tableau A.1.

A.2 Service assigné

Les services assignés supplémentaires considérés comme normaux sont les suivants.

A.2.1 Service intermittent périodique ou service intermittent

Le Paragraphe 4.3.4.3 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Suivant le nombre de cycles de manœuvres qu'ils doivent être capables d'effectuer par heure, les matériels sont répartis entre les diverses classes suivantes:

- classe 1: jusqu'à 1 cycle de manœuvres par heure;
- classe 3: jusqu'à 3 cycles de manœuvres par heure;
- classe 12: jusqu'à 12 cycles de manœuvres par heure;
- classe 30: jusqu'à 30 cycles de manœuvres par heure;
- classe 120: jusqu'à 120 cycles de manœuvres par heure.

A.2.2 Service temporaire

Le Paragraphe 4.3.4.4 de l'IEC 60947-1 s'applique.

A.3 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Un matériel est défini par ses pouvoirs de fermeture et ses pouvoirs de coupure, conformément aux catégories d'emploi, comme spécifié au Tableau A.2 (voir A.4).

A.4 Catégorie d'emploi

Les catégories d'emploi énumérées en A.2 sont considérées comme normales dans la présente annexe. Tout autre type de catégorie d'emploi doit être basé sur un accord entre le constructeur et l'utilisateur, mais les renseignements donnés dans le catalogue ou la soumission du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants et des tensions, exprimées en multiples du courant assigné d'emploi et de la tension assignée d'emploi, ainsi que par les facteurs de puissance ou les constantes de temps figurant au Tableau A.2 et les autres conditions d'essai intervenant dans les définitions des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure.

Pour les matériels définis par leur catégorie d'emploi, il est donc inutile de spécifier séparément les pouvoirs de fermeture et de coupure puisque ces valeurs dépendent directement de la catégorie d'emploi comme l'indique le Tableau A.2.

Les catégories d'emploi du Tableau A.2 correspondent en principe aux applications énumérées au Tableau A.1.

Tableau A.1 – Catégories d'emploi

Catégorie d'emploi		Applications caractéristiques
Courant alternatif	AC-2	Moteurs à bagues: démarrage, inversion de marche ^a , coupure
	AC-3	Moteurs à cage: démarrage, coupure des moteurs lancés
	AC-4	Moteurs à cage: démarrage, inversion de marche ^a , marche par à-coups ^b
Courant continu	DC-3	Moteurs shunt: démarrage, inversion de marche ^a , marche par à-coups ^b , coupure des moteurs lancés en courant continu
	DC-5	Moteurs série: démarrage, inversion de marche ^a , marche par à-coups ^b , coupure des moteurs lancés en courant continu

NOTE La commande des circuits rotoriques, des condensateurs ou des lampes à filament de tungstène doit faire l'objet d'un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur.

^a Par inversion de marche, on entend l'arrêt ou l'inversion rapide du sens de rotation du moteur en permutant des connexions d'alimentation du moteur pendant que celui-ci tourne

^b Par marche par à-coups, on entend une commande caractérisée par la mise sous tension pendant une ou plusieurs périodes brèves et consécutives du circuit d'un moteur, dans le but d'obtenir de petits déplacements de l'organe entraîné.

Tableau A.2 – Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	Durée de passage du courant s^b	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-2	4,0	1,05	0,65	0,05	c	50
AC-3 ^e	8,0	1,05	a	0,05	c	50
AC-4 ^e	10,0	1,05	a	0,05	c	50
			L/R ms			
DC-3	4,0	1,05	2,5	0,05	c	50 ^f
DC-5	4,0	1,05	15,0	0,05	c	50 ^f
Conditions d'établissement						
Catégorie d'emploi	III_e	U/U_e	$\cos \phi$	Durée de passage du courant s^b	Durée de coupure s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-3	10	1,05 ^d	a	0,05	10	50
AC-4	12	1,05 ^d	a	0,05	10	50

I = courant établi. Le courant d'établissement est exprimé en valeurs symétriques, efficaces en courant alternatif, ou en courant continu, étant entendu qu'en courant alternatif la valeur de crête de la composante asymétrique du courant correspondant au facteur de puissance du circuit peut avoir une valeur plus élevée.
 I_c = courant établi et coupé, exprimé en valeurs symétriques, efficaces en courant alternatif, ou en courant continu.
 I_e = courant assigné d'emploi.
 U = tension appliquée.
 U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu.
 U_e = tension appliquée d'emploi.
 $\cos \phi$ = facteur de puissance du circuit d'essai.
 L/R = constante de temps du circuit d'essai.

^a $\cos \phi = 0,45$ pour $I_e \leq 100$ A, $0,35$ pour $I_e > 100$ A.
^b La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.
^c Voir Tableau A.3.
^d Pour U/U_e une tolérance de ± 20 % est admise.
^e Les conditions d'établissement doivent aussi être vérifiées, mais peuvent être combinées avec l'essai d'établissement et de coupure avec l'accord du constructeur. Les multiples du courant d'établissement doivent être comme indiqué pour III_e et le courant coupé comme pour I_c/I_e . La durée de coupure est à déterminer d'après le Tableau A.3.
^f 25 cycles de manœuvres à une polarité et 25 cycles de manœuvres à la polarité inverse.

Tableau A.3 – Relation entre le courant coupé I_c et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

Courant coupé I_c	Durée de coupure
A	s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80
$800 < I_c \leq 1\,000$	100
$1\,000 < I_c \leq 1\,300$	140
$1\,300 < I_c \leq 1\,600$	180
$1\,600 < I_c$	240

Les valeurs de la durée de repos peuvent être réduites si elles sont acceptées par le constructeur.

A.5 Fonctionnement en service

Le Paragraphe 7.2.4.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Les matériels doivent pouvoir établir et couper, sans défaillance, les courants dans les conditions conventionnelles définies au Tableau A.4 pour les catégories d'emploi prescrites et le nombre de cycles de manœuvres indiqué dans ce tableau.

Tableau A.4 – Fonctionnement en service – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi$	Durée de passage du courant s^b	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-2	2,0	1,05	0,65	0,05	^c	6 000
AC-3	2,0	1,05	^a	0,05	^c	6 000
AC-4	6,0	1,05	^a	0,05	^c	6 000
			L/R ms			
DC-3	2,5	1,05	2,0	0,05	^c	6 000 ^d
DC-5	2,5	1,05	7,5	0,05	^c	6 000 ^d

I_c = courant établi et coupé. Le courant d'établissement est exprimé en valeurs symétriques, efficaces en courant alternatif, ou en courant continu, mais il est entendu que la valeur réelle est la valeur de crête correspondant au facteur de puissance du circuit.
 I_e = courant assigné d'emploi.
 U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu.
 U_e = tension assignée d'emploi.

^a $\cos \phi = 0,45$ pour $I_e \leq 100$ A, 0,35 pour $I_e > 100$ A.
^b La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.
^c Ces durées de repos ne doivent pas être supérieures aux valeurs du Tableau A.3.
^d 3 000 cycles de manœuvres à une polarité et 3 000 cycles de manœuvres à la polarité inverse.

A.6 Durabilité mécanique

Le Paragraphe 7.2.4.3.1 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Les nombres préférentiels de cycles de manœuvres à vide, exprimés en millions, sont

0,001 – 0,003 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 et 1.

Si aucune endurance mécanique n'est indiquée par le constructeur, une classe de service intermittent implique une endurance mécanique minimale correspondant à 8 000 h de fonctionnement à la plus grande fréquence de cycles de manœuvres correspondante.

A.7 Durabilité électrique

Le Paragraphe 7.2.4.3.2 de l'IEC 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Le nombre total de cycles de manœuvres en charge doit être comme indiqué par le constructeur.

A.8 Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure

Voir 8.3.3.3, sauf que les grandeurs d'essai doivent être conformes aux Tableaux A.2 et A.3.

Avec l'accord du constructeur, les essais de A.8 et A.9 peuvent être effectués sur le même échantillon.

A.9 Essai de fonctionnement en service

Voir 8.3.4.1, sauf que les conditions d'essai doivent être conformes au Tableau A.4.

Avec l'accord du constructeur, les essais de A.8 et A.9 peuvent être effectués sur le même échantillon.

A.10 Essais spéciaux

La résistance à l'usure mécanique et/ou électrique est démontrée par l'essai de fonctionnement en service décrit à A.9.

Lorsque des conditions anormales de service sont prévues (voir également la note de 7.2.4.3 de l'IEC 60947-1), les essais suivants peuvent être nécessaires.

A.10.1 Essai de durabilité mécanique

A.10.1.1 Etat du matériel pour les essais

Le matériel doit être installé de la même façon qu'en service normal; en particulier, le raccordement des conducteurs doit être effectué de la même façon que celui qui doit être réalisé normalement.

Pendant l'essai, le circuit principal ne doit être ni sous tension ni traversé par un courant. Il est admis que le matériel puisse être graissé si le graissage est prescrit en service normal.

A.10.1.2 Conditions de manœuvre

Le matériel doit être manœuvré comme en service normal.

A.10.1.3 Modalités des essais

- a) Les essais sont effectués à la fréquence de manœuvres correspondant à la classe de service intermittent. Toutefois, si le constructeur estime que le matériel peut satisfaire aux conditions requises en adoptant une fréquence de manœuvres plus élevée, il a la faculté de le faire.
- b) Le nombre de cycles de manœuvres à effectuer ne doit pas être inférieur au nombre de cycles de manœuvres à vide spécifié par le constructeur.
- c) Après l'exécution de chaque dixième du nombre total de manœuvres, on pourra, avant de poursuivre l'essai
 - nettoyer sans démontage l'ensemble du matériel;
 - graisser les parties pour lesquelles le graissage est prescrit en service normal par le constructeur;
 - régler la course et la pression des contacts si la construction du matériel le permet.
- d) Ce travail d'entretien ne doit comporter aucun remplacement de pièces.

A.10.1.4 Résultats à obtenir

À la suite des essais de durabilité mécanique, le matériel doit être encore en état de satisfaire aux conditions normales de fonctionnement à la température du local. Les pièces utilisées pour le raccordement des conducteurs ne doivent pas être desserrées.

A.10.2 Essai de durabilité électrique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure électrique, un matériel est par convention caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge, correspondant aux différentes catégories d'emploi du Tableau A.5 qu'il est susceptible d'effectuer sans réparation ni remplacement de pièces.

Dans tous les cas, la cadence et le nombre des cycles de manœuvres doivent être choisis par le constructeur.

Les essais seront considérés comme satisfaisants si les valeurs figurant au compte rendu d'essai ne diffèrent des valeurs spécifiées que dans la limite des tolérances précisées en 8.3.2.2.2 de l'IEC 60947-1.

Les essais doivent être effectués, le matériel se trouvant dans les conditions de A.10.1.1 et de A.10.1.2 en utilisant, s'il y a lieu, les modalités d'essai de A.10.1.3 sauf que le remplacement des contacts n'est pas autorisé.

Après l'essai, le matériel doit satisfaire aux conditions de fonctionnement normal spécifiées en 8.3.3.2 et supporter une tension d'essai diélectrique égale à 2 fois la tension assignée d'emploi U_e , mais non inférieure à 1 000 V, appliquée seulement comme spécifié en 8.3.3.4.1, point 4) b), de l'IEC 60947-1.

Tableau A.5 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Valeur du courant assigné d'emploi	Etablissement			Coupure		
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi^a$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi^a$
AC-2	Toutes valeurs	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	$I_e \leq 17A$	6	1	0,65	1	0,17	0,65
	$I_e > 17A$	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4	$I_e \leq 17A$	6	1	0,65	6	1	0,65
	$I_e > 17A$	6	1	0,35	6	1	0,35
		I/I_e	U/U_e	L/R^b ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R^b ms
DC-3	Toutes valeurs	2,5	1	2	2,5	1	2
DC-5	Toutes valeurs	2,5	1	7,5	2,5	1	7,5

I_e = courant assigné d'emploi.
 U_e = tension assignée d'emploi.
 I = courant établi. En courant alternatif, les conditions d'établissement sont exprimées en valeurs efficaces du courant symétrique, étant entendu que la valeur de crête du courant asymétrique correspondant au facteur de puissance du circuit peut avoir une valeur plus grande.
 U = tension appliquée.
 U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu.
 I_c = courant coupé.

^a Tolérance pour $\cos \phi$: $\pm 0,05$.
^b Tolérance pour L/R : $\pm 15 \%$.

Annexe B (informative)

Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur

NOTE Dans le cadre de la présente annexe

- le mot «accord» s'entend dans un sens très large;
- le mot «utilisateur» comprend les stations d'essai.

L'Annexe J de l'IEC 60947-1 est applicable en ce qui concerne les articles et les paragraphes de la présente partie, avec les compléments suivants.

Numéro d'article ou de paragraphe de la présente partie	Points
4.4	Commande de condensateurs ou de lampes à filament de tungstène
7.1.7.1 note	Verrouillage dans la position de fermeture pour des applications particulières
7.2.4.2 et Tableau 4	Augmentation de la cadence de manœuvre pour la vérification du fonctionnement en service
8.3.3.3.1	Intervalle de temps supérieur à $30 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$ entre des cycles de fermeture et d'ouverture pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des matériels de $I_{th} > 400 \text{ A}$
	Pour les catégories d'emploi AC-23A et AC-23B, vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure par cycles de manœuvres d'établissement à $10 I_e$ suivis du même nombre de cycles de manœuvres d'établissement-coupure à $8 I_e$
8.3.3.3.3	Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure pour les catégories d'emploi DC-22 et DC-23: remplacement de la charge du circuit d'essai par un moteur
8.3.5.2.3	Etalonnage en courant alternatif, du circuit d'essai de pouvoir de fermeture en court-circuit pour les matériels en courant continu
Annexe A A.4	Catégories d'emploi autres que celles du Tableau A.2
Tableau A.1	Commande des circuits rotoriques, des condensateurs ou des lampes à filament de tungstène
A.8	Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure
A.9	Essai de fonctionnement en service

Annexe C (normative)

Interrupteurs tripolaires à commande unipolaire

C.1 Généralités

Toutes les exigences de la présente partie sont applicables sauf lorsqu'elles sont modifiées par ce qui suit.

Les exigences d'essai selon la présente partie pour les vérifications des pouvoirs de fermeture et de coupure, du fonctionnement en service et de la tenue au court-circuit conditionnel, sont applicables aux appareils dont les pôles sont manœuvrés simultanément. Elles ne sont donc pas appropriées pour les interrupteurs triphasés manœuvrés pôle par pôle.

Les caractéristiques importantes des interrupteurs triphasés manœuvrés pôle par pôle et appropriées pour les essais mentionnés ci-dessus sont les suivantes.

- Les trois pôles sont manœuvrés individuellement et sont positionnés de manière adjacente l'un à l'autre.

Les trois phases peuvent être typiquement situées l'une à côté de l'autre (version horizontale, voir Figure C.1 b)) ou l'une sous l'autre (version verticale, voir Figure C.1 a)).

- La séquence de fonctionnement des pôles est à la discrétion d'un opérateur qualifié.
- La conception des pôles individuels doit être fondamentalement la même.

La position de l'appareil soumis à l'essai doit être définie par le constructeur et être consignée dans le rapport d'essai.

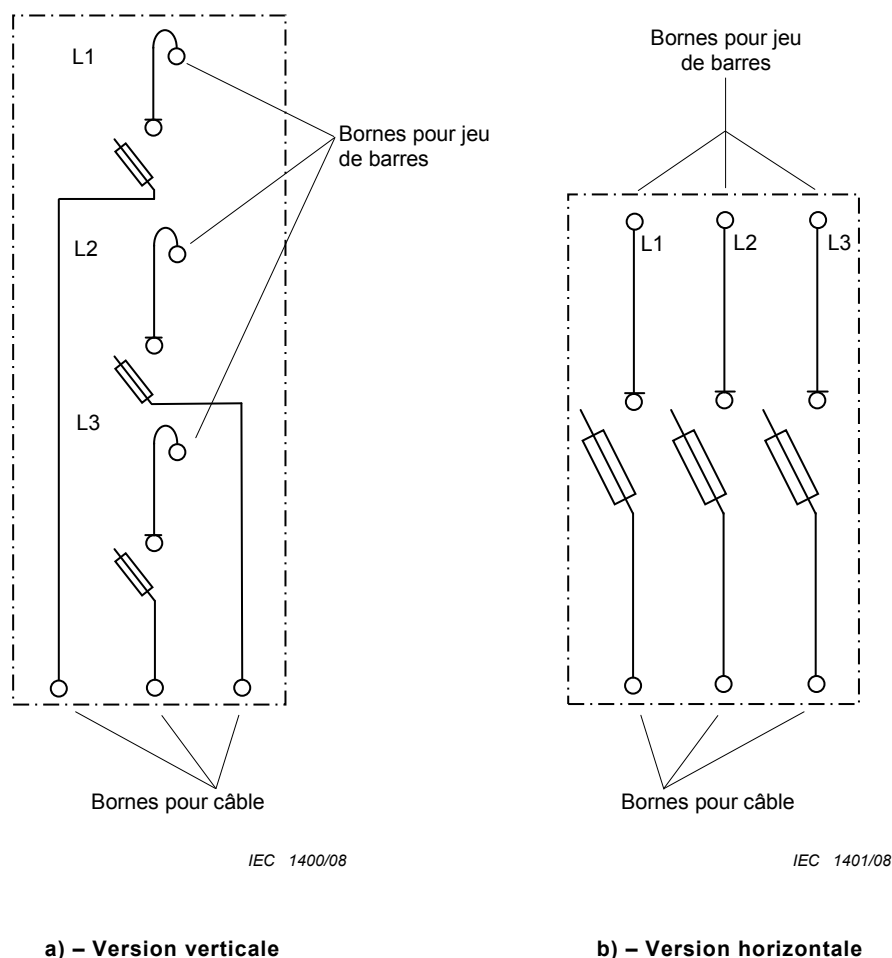


Figure C.1 – Dispositions typiques

C.2 Essais

Lors d'essais sur des interrupteurs tripolaires à commande unipolaire, les séquences d'essais appropriées du Tableau 10 doivent être appliquées avec les essais identifiés suivants, modifiés conformément à C.3 :

- 8.3.3.3 Pouvoirs de fermeture et de coupure de la séquence d'essais I;
- 8.3.4.1 Fonctionnement en service de la séquence d'essais II;
- 8.3.6.2 Tenue au court-circuit avec protection par fusible. b) Etablissement de la séquence d'essais IV.

C.3 Installation d'essai et séquence

C.3.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure (8.3.3.3) et fonctionnement en service (8.3.4.1)

Essai 1: Avec L1 et L2 fermés, L3 est soumis au cycle de manœuvre fermeture-ouverture requis.

Essai 2: Avec L2 fermé et L3 ouvert, L1 est soumis au cycle de manœuvre fermeture-ouverture requis.

Tous les essais doivent être effectués avec un circuit d'essai triphasé conformément à la Figure 5 de l'IEC 60947-1.

C.3.2 Essai de court-circuit avec protection par fusible (8.3.6.2)

Pour l'essai d'établissement du fusible-interrupteur, l'essai suivant doit être effectué.

Avec L1 ouvert et L2 fermé, L3 est soumis au cycle de manœuvre d'établissement requis. L'essai doit être effectué avec un circuit d'essai triphasé conformément à la Figure 11 de l'IEC 60947-1.

C.4 Etat du matériel après les essais

Le matériel doit satisfaire aux dispositions appropriées de 8.3.3.3.6, 8.3.4.1.6 et 8.3.5.2.6.

C.5 Instructions d'utilisation

Le constructeur doit inclure dans la documentation du produit la déclaration suivante.

Ces appareils sont destinés aux systèmes de distribution de puissance lorsque la commutation et/ou le sectionnement d'une phase individuelle peut être nécessaire; ils ne doivent pas être utilisés pour la commutation du circuit primaire d'un matériel triphasé.

Annexe D (normative)

Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles destinés à une utilisation dans les applications c.c. photovoltaïques (PV)

D.1 Généralités

Pour répondre ne serait-ce qu'en partie au défi du développement durable, le nombre d'installations photovoltaïques (PV) est en augmentation. Ce développement tout récent dans la technologie photovoltaïque (PV) remet en question l'approche conventionnelle des sources d'énergie et des systèmes de distribution d'énergie, ainsi que leurs conditions d'emploi et leur environnement.

Les applications PV ont des caractéristiques particulières et nécessitent des équipements présentant des performances spécifiques. Ces exigences de performance sont indiquées dans la présente annexe pour les produits visés par l'IEC 60947-3.

NOTE L'abréviation "PV" (photovoltaïque) est utilisée dans la présente annexe.

Les dispositions de l'IEC 60947-3 sont applicables aux matériels spécifiés dans la présente annexe, s'ils ont été spécifiquement identifiés. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes de l'IEC 60947-3 ainsi applicables sont identifiés par leurs références particulières, comme par exemple "4.3.4.1", "Tableau 2" ou bien "Annexe A".

D.1.1 Domaine d'application et objet

La présente annexe s'applique aux interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles c.c., de valeur assignée égale ou inférieure à 1 500 V c.c., conçus pour être utilisés dans les systèmes photovoltaïques (PV) et appelés "interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV" dans ce qui suit.

Les interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles utilisés dans les systèmes PV sont soumis à des conditions électriques, environnementales et opérationnelles différentes des conditions générales dont il est question dans le corps de la présente norme. Les exigences ont donc été aménagées pour tenir compte de ces conditions d'utilisation.

L'objet de la présente annexe est de préciser:

- les exigences relatives aux interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV à utiliser sur le côté c.c. des applications PV;
- les essais permettant de vérifier que les performances du produit sont conformes aux applications PV et à la durée de vie attendue dans les conditions environnementales du système PV.

D.1.2 Références normatives

Le paragraphe 1.2 s'applique avec les ajouts suivants:

IEC 60068-2-14:2009, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

D.2 Termes et définitions

L'Article 2 s'applique avec l'ajout suivant:

D.2.3 courant critique de charge

I_{crit}
valeur de courant coupé, dans la plage des conditions de service, à laquelle la durée d'arc est notablement étendue

Note 1 à l'article: Ce phénomène, essentiel dans les applications PV, est dû au champ magnétique de faible intensité provenant du courant d'arc, qui crée un arc en déplacement lent.

[SOURCE: IEC 60947-1:2007, 2.5.16, modifiée – addition de la Note 1 à l'article.]

D.3 Classification

L'Article 3 s'applique avec les modifications suivantes:

D.3.1 Suivant la catégorie d'emploi

Pour les applications PV, les catégories d'emploi données dans le Tableau 2 existant sont remplacées par DC-PV0, DC-PV1 ou DC-PV2 (voir Tableau D.1).

D.4 Caractéristiques

L'Article 4 s'applique avec les modifications suivantes:

D.4.3.5.1 Aptitude à supporter les courants de surcharge occasionnés par le démarrage de moteurs

Le Paragraphe 4.3.5.1 n'est pas applicable.

D.4.3.5.2 Pouvoir assigné de fermeture

Remplacer, dans le deuxième alinéa du 4.3.5.2, "Tableau 3" par "Tableau D.5".

D.4.3.5.3 Pouvoir assigné de coupure

Remplacer, dans le deuxième alinéa du 4.3.5.3, "Tableau 3" par "Tableau D.5".

D.4.3.6.1 Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw})

Le paragraphe 4.3.6.1 s'applique de la manière suivante:

Matériels avec catégorie d'emploi:

- a) DC-PV1: le courant assigné de courte durée admissible n'est pas applicable;
- b) DC-PV0 et DC-PV2: conformément à 4.3.6.1.

D.4.4 Catégorie d'emploi

Remplacer le texte existant du 4.4 par ce qui suit:

Les catégories d'emploi définissent l'application prévue et figurent au Tableau D.1.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants et des tensions, exprimées en multiples du courant assigné d'emploi et de la tension assignée d'emploi, ainsi que par la constante de temps du circuit. Les conditions d'établissement et de coupure données au Tableau D.5 correspondent à l'application indiquée au Tableau D.1.

Tableau D.1 – Catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Applications caractéristiques
DC-PV0	Ouverture et fermeture d'un circuit PV pour effectuer un sectionnement lorsqu'aucun courant ne circule.
DC-PV1	Connexion et déconnexion d'une ou plusieurs chaînes PV lorsqu'aucun courant inverse ni aucune surintensité importante ne sont susceptibles d'apparaître.
DC-PV2	Connexion et déconnexion de circuits PV lorsque des surintensités importantes peuvent être présentes ou lorsque le courant peut circuler dans les deux sens; par exemple, si plusieurs chaînes sont connectées en parallèle et raccordées au même onduleur, ou dans le cas d'une ou plusieurs chaînes avec une batterie.

D.5 Informations sur le matériel

L'Article 5 s'applique avec les modifications suivantes:

D.5.2 Marquage

Remplacer le dernier alinéa du 5.2.1 par le nouvel alinéa suivant:

Les appareils de catégorie d'emploi AC-20A, AC-20B, DC-20A, DC-20B et DC-PV0 doivent porter la mention «Ne pas manœuvrer en charge», à moins que l'appareil ne soit muni d'un verrouillage empêchant une telle manœuvre

Remplacer le point 5.2.2.c) existant par ce qui suit:

- a) courants assignés d'emploi (ou puissances assignées) avec la tension assignée d'emploi, et la catégorie d'emploi correspondantes (voir 4.3.1, 4.3.2 et D.4.4);

Ajouter à la liste existante de 5.2.2 le nouveau point h) suivant:

- h) Catégorie PV: "DC-PV0", "DC-PV1" ou "DC-PV2".

Ajouter à la liste existante du 5.2.4 les nouveaux points h), i), j) et k) suivants:

- h) schéma et méthode de branchement en série des pôles des dispositifs mécaniques de connexion pour chaque valeur opérationnelle;
- i) raccordement approprié au générateur PV et à sa charge, s'il y a lieu;
- j) polarités "+" et "-", s'il y a lieu;
- k) adapté à l'usage intérieur ou extérieur.

D.6 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'Article 6 s'applique avec les modifications suivantes:

La présente annexe couvre l'utilisation des interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV destinés à être utilisés dans les différents agencements de service détaillés dans le Tableau D.2.

Tableau D.2 – Agencements de service

Pas d'enveloppe	Interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV dépourvus d'enveloppe, qui ont une valeur de courant thermique conventionnel à l'air libre et qui sont adaptés pour être installés dans une armoire ou une enveloppe.
Sous enveloppe	Interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV sous enveloppe, qui ont une valeur de courant thermique conventionnel sous enveloppe et qui sont adaptés pour être installés en des emplacements situés à l'intérieur ou à l'extérieur.

D.6.1.1 Température de l'air ambiant

Remplacer 6.1.1 de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014, par ce qui suit:

La température de l'air ambiant ne dépasse pas les valeurs maximales et minimales données dans le Tableau D.3. La température ambiante moyenne journalière sur une période de 24 h ne dépasse pas 35 °C.

Tableau D.3 – Conditions environnementales

Classe environnementale	Température ambiante maximale sans déclassement	Température ambiante minimale	Commentaire
Pas d'enveloppe	+40 °C	–5 °C	Des indications sur le déclassement pour une température d'air ambiant plus élevée, jusqu'à 70 °C, peuvent être fournies. Des indications sur le fonctionnement à une température inférieure à –5 °C peuvent également être fournies
Sous enveloppe – Intérieur	+40 °C	–5 °C	Conditions normales de service à l'intérieur selon l'Article 6.
Sous enveloppe – Extérieur	+40 °C (sans effets solaires)	–25 °C	La valeur s'applique lorsque le matériel sous enveloppe est soumis à un rayonnement solaire de 1,2 kW/m ² et à la température ambiante maximale. Des indications peuvent être fournies sur le déclassement des matériels sous enveloppe à installer dans des emplacements de température ambiante maximale plus élevée et/ou de température ambiante minimale plus basse

La température de l'air ambiant est celle qui existe au voisinage du matériel s'il est fourni sans enveloppe, ou au voisinage de l'enveloppe s'il est fourni avec une enveloppe.

D.7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

L'Article 7 s'applique avec l'ajout suivant:

Les enveloppes doivent satisfaire à l'IEC 62208.

D.7.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite

Le Paragraphe 7.1.4 de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014, s'applique avec la modification suivante:

La tension de choc assignée minimale doit être conforme aux indications du Tableau D.4.

D.7.1.12 Degrés de protection du matériel sous enveloppe

Le Paragraphe 7.1.12 de l'IEC 60947-1:2007, est applicable avec l'ajout suivant:

Le degré de protection offert par l'enveloppe contre le contact avec des parties actives, la pénétration de corps solides étrangers ou d'eau, indiqué par le code IP selon l'Annexe C de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, doit être déclaré par le fabricant. Pour le matériel d'intérieur sous enveloppe et d'extérieur sous enveloppe, cette valeur ne doit pas être inférieure à IP2X ou IP33, respectivement.

D.7.2.3 Propriétés diélectriques

Le Paragraphe 7.2.3 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, s'applique avec les modifications suivantes:

Les interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV doivent avoir une tension de tenue aux chocs assignée correspondant aux indications du Tableau D.4.

NOTE Pour les circuits PV, on suppose qu'ils appartiennent à la catégorie de surtensions II, et les valeurs de tension de tenue aux chocs assignées au circuit PV sont basées sur la tension du système PV, avec une tension de choc minimale de 2,5 kV.

Tableau D.4 – Niveaux de tenue aux chocs assignés pour les interrupteurs PV, les sectionneurs PV, les interrupteurs sectionneurs PV ou les combinés fusibles PV

Valeur maximale de la tension assignée d'emploi c.c. V	Tension de tenue aux chocs utilisée dans le matériel PV c.c. kV
300	2,5
600	4,0
1 000	6,0
1 500	8,0
NOTE 1 Les interpolations ne sont pas autorisées dans les circuits principaux.	
NOTE 2 Ces valeurs sont basées sur les exigences de l'IEC 60364-7-712 pour la catégorie de surtension II telle qu'elle est définie dans l'IEC 60664-1 et dans le IEC/TR 60664-2-1:2011, Annexe D.	
NOTE 3 L'application des parafoudres est de la responsabilité du concepteur de l'ensemble/de l'installation.	

D.7.2.4.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Remplacer 7.2.4.1 par ce qui suit:

Les interrupteurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV doivent être capables de couper tout courant de valeur égale ou inférieure à leurs pouvoirs d'établissement ou de coupure assignés. La conformité à ces exigences est vérifiée au moyen des essais de 8.3.3, modifiés par D.8.3.3.1.

Les pouvoirs d'établissement et de coupure assignés sont indiqués en fonction de la tension assignée d'emploi, du courant assigné d'emploi et de la catégorie d'emploi PV, conformément au Tableau D.5.

Les conditions d'essai sont spécifiées en D.8.3.3.1.

Pour les interrupteurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV de catégorie d'utilisation DC-PV1, l'alimentation d'essai doit être raccordée d'après les marquages des bornes (générateur, charge, "+" et "-"). Pour le matériel de catégorie d'utilisation DC-PV2, une séquence d'essais doit être effectuée sur un échantillon, avec l'alimentation d'essai et la charge reliées aux pôles principaux, selon ce qui est le plus pratique. À moins que le fabricant

ne puisse démontrer que le système de contacts et l'agencement de contrôle d'arc sont symétriques pour ce qui est de l'intensité dans chaque pôle, la séquence doit ensuite être répétée sur un nouvel échantillon, après inversion des bornes d'alimentation et de charge.

Tableau D.5 – Vérification des pouvoirs d'établissement et de coupure assignés (voir 8.3.3.3) – Conditions d'établissement et de coupure correspondant à la catégorie c.c.-PV

Catégorie d'emploi	Établissement et coupure			Nombre de cycles de manœuvres ^a
	I/I_e and I_c/I_e	U/U_e	L/R ms	
DC-PV0	–	–	–	
DC-PV1	1,5	1,05	1	5
DC-PV2	4	1,05	1	5
^a Une manœuvre de commutation sans courant entre chaque manœuvre de fermeture et de coupure est autorisée, à condition que cela ne change pas l'intervalle de temps entre les manœuvres requises défini en D.8.3.3.3.1.				

D.7.2.4.2 Fonctionnement en service

Remplacer 7.2.4.2 par ce qui suit:

Les essais concernant la vérification du fonctionnement en service d'un matériel sont destinés à vérifier que ce matériel est à même d'établir et de couper sans défaillance tout courant inférieur au courant assigné, y compris le courant critique de charge. La conformité aux exigences de fonctionnement en service est vérifiée au moyen des essais de 8.3.4, modifiés par D.8.3.4.1.1.

NOTE Les exigences relatives au fonctionnement au courant critique de charge sont traitées séparément en D.7.2.8.

Le nombre de cycles de manœuvres et les paramètres de circuit d'essai pour les essais de fonctionnement en service suivant les diverses catégories d'emploi sont donnés dans le Tableau D.6 et le Tableau D.7.

Les conditions d'essai sont spécifiées en D.8.3.4.1.1.

Pour les interrupteurs PV, les sectionneurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV de catégorie d'utilisation DC-PV1, l'alimentation d'essai doit être raccordée selon les marquages des bornes (générateur, charge, "+" et "-"). Pour le matériel de catégorie d'utilisation DC-PV2, une séquence d'essais doit être effectuée sur un échantillon, avec l'alimentation d'essai et la charge reliées aux pôles principaux, selon ce qui est le plus pratique. À moins que le fabricant ne puisse démontrer que le système de contacts et l'agencement de contrôle d'arc sont symétriques pour ce qui est de l'intensité dans chaque pôle, la séquence doit ensuite être répétée sur un nouvel échantillon, après inversion des bornes d'alimentation et de charge.

Tableau D.6 – Nombre de cycles de manœuvres

Courant assigné d'emploi I_e A	Nombre de cycles de manœuvres par heure	Nombre de cycles de manœuvres ^a		
		Sans courant	Avec courant ^c	Total ^d
$I_n \leq 100$	120	9 700	300	10 000
$100 < I_n \leq 315$	120	7 800	200	8 000
$315 < I_n \leq 630$	60	4 800	200	5 000
$630 < I_n \leq 2 500$	20	2 900	100	3 000
$2 500 < I_n$	10	1 900	100	2 000

a Au choix du fabricant, on peut augmenter le nombre de cycles de manœuvres avec courant, le nombre total de cycles de manœuvres restant inchangé.

b La colonne 2 donne la cadence minimale de fonctionnement. On peut augmenter cette cadence de fonctionnement avec l'agrément du fabricant; dans ce cas, la cadence utilisée doit être indiquée dans le rapport d'essai.

c Durant chaque cycle de manœuvre, les interrupteurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV doivent rester fermés suffisamment longtemps pour garantir l'établissement du courant complet, mais sans dépasser 2 s.

d Les sectionneurs PV doivent satisfaire au nombre de cycles de manœuvres de la colonne "Total" sans courant.

Tableau D.7 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau D.6

Catégories d'emploi	Établissement et coupure		
	I/I_e et I_c/I_e	U/U_e	L/R ms
DC-PV1	1	1	1
DC-PV2	1	1	1

Légende

I courant établi

I_c courant coupé

I_e courant assigné d'emploi

U tension appliquée

U_e tension assignée d'emploi

D.7.2.4.4 Durabilité électrique

Le Paragraphe 7.2.4.3.2 de l'IEC 60947-1:2007, s'applique. Les conditions d'essai sont spécifiées en D.8.5.2.

D.7.2.8 Fonctionnement au courant critique de charge

Les circuits principaux d'un matériel doivent être capables d'établir et de couper son courant critique de charge selon D.8.3.8, comme permet de le vérifier la séquence d'essais VI.

D.8 Essais

L'Article 8 s'applique avec les modifications suivantes:

D.8.3.1 Séquences d'essais

Le Paragraphe 8.3.1 s'applique avec l'ajout suivant:

Ajouter au Tableau 10 existant les nouvelles séquences suivantes énumérées dans le nouveau Tableau D.8:

Tableau D.8 – Schéma d'ensemble des séquences d'essais (complément)

Séquences	Essai
Fonctionnement au courant critique de charge (voir D.8.3.8)	Essai de courant critique de charge Vérification diélectrique Courant de fuite ^a Vérification de l'échauffement
Cycle thermique (voir D.8.3.9)	Essai de cycles thermiques Vérification de l'échauffement Fonctionnement mécanique Vérification diélectrique
Climatique (voir D.8.3.10)	Essais climatiques Vérification de l'échauffement
Vérification de l'échauffement avec effets solaires – Appareils extérieurs sous enveloppe uniquement (voir D.8.3.11)	Vérification de l'échauffement avec effets solaires simulés
Vérification de la tenue des matériaux isolants à la chaleur anormale et au feu (voir D.8.3.12)	Essai au fil incandescent
Degré de protection – appareils sous enveloppe uniquement (voir D.8.3.13)	Essai IP
Distances d'isolement et lignes de fuite (voir D.8.3.14)	Mesure des distances d'isolement et des lignes de fuite
CEM (voir D.8.4)	Essai relatif à la CEM
a Exigé seulement pour les matériels aptes au sectionnement de tension assignée supérieure à 50 V.	

D.8.3.2 Conditions générales d'essai

D.8.3.2.1 Exigences générales

Le Paragraphe 8.3.2.1 s'applique avec l'ajout suivant:

Pour tous les essais, le branchement des pôles des interrupteurs PV, sectionneurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV doit être conforme aux instructions d'installation du fabricant.

D.8.3.3.3.1 Valeurs et conditions d'essai

Le Paragraphe 8.3.3.3.1 s'applique avec les modifications suivantes:

Remplacer toutes les références au "Tableau 3" par "Tableau D.5".

Le paragraphe 8.3.3.3.1, septième alinéa n'est pas applicable.

D.8.3.4.1.1 Valeurs et conditions d'essai

Le Paragraphe 8.3.4.1.1 s'applique avec les modifications suivantes:

Remplacer toutes les références au "Tableau 4" et au "Tableau 5" existants par "Tableau D.6" et "Tableau D.7", respectivement.

D.8.3.5.1.2 Circuit d'essai

Remplacer 8.3.5.1.2 par ce qui suit:

Le Paragraphe 8.3.4.1.2 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, s'applique.

La constante de temps du circuit d'essai doit être de 1 ms.

Au choix du fabricant, on peut utiliser une valeur de constante de temps plus élevée. Dans ce cas, il convient de l'indiquer dans le rapport d'essai.

D.8.3.6.2.2 Circuit d'essai

Remplacer le 8.3.6.2.2 par ce qui suit:

Le Paragraphe D.8.3.5.1.2 s'applique.

D.8.3.7.1 Essai de surcharge

Le Paragraphe 8.3.7.1 s'applique avec les modifications suivantes:

Remplacer le premier alinéa existant par ce qui suit:

Le matériel doit d'abord être conditionné à la température de la pièce. Le courant d'essai est égal à $1,45 \times I_{the}$ ou $1,45 \times I_{th}$ pendant une période de 1 h ou jusqu'à ce qu'un ou plusieurs éléments de remplacement gPV fondent.

Si la durée est inférieure à la période spécifiée, cette durée doit être consignée dans le rapport d'essai.

D.8.3.8 Séquence d'essais VI: fonctionnement au courant critique de charge

D.8.3.8.1 Détermination du courant critique de charge

D.8.3.8.1.1 Grandeurs et conditions d'essai

Cet essai ne s'applique pas aux sectionneurs PV, aux fusibles-sectionneurs PV et aux sectionneurs à fusibles PV

L'essai doit être effectué à la tension assignée d'emploi U_e préconisée par le fabricant aux interrupteurs PV, aux interrupteurs-sectionneurs PV et aux combinés-fusibles PV.

La constante de temps du circuit d'essai doit être de 1 ms.

Au choix du fabricant, on peut utiliser une valeur de constante de temps plus élevée. Il convient d'utiliser la même valeur de constante de temps pour chacun des essais effectués pour déterminer le courant critique de charge. Dans ce cas, il convient de l'indiquer dans le rapport d'essai.

Les interrupteurs PV, interrupteurs-sectionneurs PV et combinés-fusibles PV doivent être ouverts 7 fois, manuellement ou mécaniquement au choix du fabricant, à chacun des courants d'essai: 4 A, 8 A, 16 A, 32 A et 63 A, et des paliers de deux fois le courant précédent jusqu'à ce qu'une durée d'arc maximale soit déterminée, sans dépasser le courant assigné d'emploi. Si le temps d'extinction ne présente pas de crête avec des temps plus courts de chaque côté, à l'intérieur de la plage des courants d'essai, il n'y a pas de courant critique de charge. Si un maximum de durée d'arc se présente, il se situe au courant critique de charge. Les courants d'essai doivent se situer à la valeur sélectionnée $\pm 10\%$. Au choix du fabricant, on peut effectuer l'essai à chaque valeur de courant sur un nouvel échantillon.

Durant chaque cycle, les interrupteurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV doivent rester fermés suffisamment longtemps pour garantir l'établissement du courant complet, mais sans dépasser 2 s.

Le nombre de cycles de manœuvres par heure doit être conforme aux indications du Tableau D.6.

Dans le cas d'un matériel de catégorie DC-PV1, toutes les manœuvres doivent être effectuées avec l'alimentation branchée selon les marquages du générateur et de la charge. Les essais sur les matériels conformes à DC-PV2 doivent être effectués:

- a) avec l'alimentation branchée sur les bornes de la façon déterminée par le fabricant, si celui-ci démontre que le matériel possède un système de contacts et un agencement de contrôle d'arc symétriques pour ce qui est de l'intensité dans chaque pôle; ou
- b) avec les quatre premières opérations effectuées avec l'alimentation branchée dans un sens, suivies de trois opérations dans le sens opposé sur le même échantillon, si le matériel n'a pas de système de contacts et d'agencement de contrôle d'arc symétriques pour ce qui est de l'intensité dans chaque pôle.

D.8.3.8.1.2 Circuit d'essai

Le Paragraphe 8.3.4.1.2 s'applique.

D.8.3.8.1.3 Courant critique de charge

Le temps d'extinction de l'arc durant l'essai doit être enregistré et ne doit pas dépasser 1 s.

Lorsque toutes les manœuvres sont effectuées avec un courant qui ne circule que dans un seul sens, on calcule pour chaque valeur de courant d'essai le temps d'extinction moyen pour les six dernières manœuvres. Lorsque toutes les manœuvres sont effectuées avec un courant qui circule dans les deux sens, la moyenne des trois dernières manœuvres dans chaque sens doit être calculée. I_{crit} est le courant correspondant au temps d'extinction moyen maximal. Si aucun courant critique de charge n'est identifié au-dessous du courant assigné d'emploi, l'essai de fonctionnement au courant critique de charge peut ne pas être effectué.

D.8.3.8.2 Fonctionnement au courant critique de charge

L'essai peut être effectué sur un échantillon séparé. Cette séquence d'essais est identique à la séquence d'essais II, mais le Tableau 4 et le Tableau 5 existants sont remplacés par le nouveau Tableau D.9 et le nouveau Tableau D.10, respectivement. L'alimentation d'essai doit être branchée selon les marquages du générateur – charge et polarité s'il y a lieu. Pour les interrupteurs dans lesquels le courant circule dans les deux sens, l'alimentation doit être branchée de façon à donner la plus grande durée d'arc au courant critique de charge, comme indiqué en D.8.3.8.1.3.

**Tableau D.9 – Nombre de cycles de manœuvres correspondant
au courant critique de charge**

Catégorie	Valeur assignée du produit A	Nombre de cycles de manœuvres par heure	Nombre de cycles de manœuvres à I_{crit}
DC-PV1 et DC-PV2	$I_e \leq 315$	120	100
	$315 < I_e \leq 630$	60	100
	$630 < I_e \leq 2\,500$	20	100
	$I_e < 2\,500$	10	100

Tableau D.10 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau D.9

Catégorie d'emploi	Courant assigné d'emploi	Établissement et coupure		
		I	U/U_e	L/R ms
DC-PV1 et DC-PV2	Toutes valeurs	I_{crit}	1,05	1

D.8.3.9 Essai de cycles thermiques

Les interrupteurs PV, les sectionneurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV, y compris leur enveloppe s'il y a lieu, doivent être soumis à l'essai de cycles de température selon l'IEC 60068-2-14, essai Nb, comprenant 50 cycles, chaque cycle consistant en 1 h à -40 °C suivie de 1 h à $+85\text{ °C}$. Il convient que l'essai soit réalisé lorsque le produit est en position fermée. La vitesse de changement de température doit être de 1 K/min. Au bout des 50 cycles, les matériels doivent être remis à une température ambiante de $25 \pm 5\text{ °C}$ pendant au moins 3 h.

Le matériel doit ensuite être soumis à

- un examen visuel pour vérifier que les différentes parties n'ont pas subi de déformation ou de dommages susceptibles d'affecter le fonctionnement normal et la fonction de protection,
- une opération d'ouverture et de fermeture pour confirmer le bon fonctionnement mécanique,
- l'essai d'échauffement de 8.3.3.6,
- l'essai diélectrique selon 8.3.3.4.

Le nombre d'échantillons doit être conforme aux exigences du Tableau 11 de la présente norme pour la séquence d'essais I.

D.8.3.10 Essai climatique

Les interrupteurs PV, les sectionneurs PV, les interrupteurs-sectionneurs PV et les combinés-fusibles PV doivent être soumis aux essais climatiques de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014, Annexe Q, catégorie B: environnement soumis à la température et à l'humidité, mais l'essai de chaleur sèche et l'essai à basse température ne sont pas exigés, car on considère qu'ils sont couverts par l'essai de cycles thermiques ci-dessus.

La vérification des produits durant et après l'essai doit satisfaire aux exigences appropriées de 8.3.3.6.

Le nombre d'échantillons doit être conforme aux exigences du Tableau 11 de la présente norme pour la séquence d'essais I. Au choix du fabricant, on peut combiner cet essai avec l'essai de cycles thermiques et l'effectuer sur les mêmes échantillons.

D.8.3.11 Vérification de l'échauffement avec effets solaires – Appareils extérieurs uniquement

Ces essais s'appliquent seulement aux appareils sous enveloppe. L'essai doit être réalisé selon 8.3.3.1, en y ajoutant les effets solaires additionnels suivants.

On part du principe que les effets solaires les plus défavorables pour l'ensemble ont lieu en milieu de matinée ou en milieu d'après-midi, lorsque le dessus, l'arrière ou l'avant et un côté adjacent de l'appareil sont soumis au rayonnement solaire. À ce moment-là, le rayonnement solaire maximal est réduit d'environ 10 %.

Pendant la durée de l'essai d'échauffement, des lampes de rayonnement calorifique doivent être utilisées pour simuler les effets du rayonnement solaire sur le dessus, l'avant ou l'arrière et un côté adjacent de l'échantillon d'essai. Ces lampes doivent être disposées de telle façon que le rayonnement solaire moyen reçu par l'échantillon soumis à essai, perpendiculairement à la surface étudiée, soit de:

Sur le dessus $[0,9 \times 1,2/\sqrt{2}] = 0,76 \text{ kW/m}^2$

Sur l'avant ou l'arrière $[0,9 \times 1,2/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0,54 \text{ kW/m}^2$

Sur le côté $[0,9 \times 1,2/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0,54 \text{ kW/m}^2$

Un pyranomètre doit être utilisé pour mesurer le niveau simulé de rayonnement solaire.

Le moyen de détection de température d'air ambiant doit être positionné de façon à ne pas être affecté par le rayonnement et/ou se trouver à distance suffisante des lampes de rayonnement calorifique.

Le niveau moyen de rayonnement sur chacune des surfaces exposées doit être consigné dans le rapport d'essai.

Quand l'essai est terminé, l'échauffement ne doit pas dépasser 80 K sur les bornes pour les connexions externes, en supposant une température ambiante à l'ombre maximale de 40 °C. Aucune autre valeur n'est spécifiée, mais aucun dommage ne doit être causé aux parties adjacentes des matériaux isolants.

Il convient que les opérateurs notent que les températures des parties externes exposées au rayonnement solaire peuvent être élevées, et il convient que des précautions soient prises s'il est nécessaire de les toucher.

D.8.3.12 Vérification de la tenue des matériaux isolants à la chaleur anormale et au feu

Les matériaux isolants doivent satisfaire aux exigences de l'essai au fil incandescent selon 8.2.1.1.1 de l'IEC 60947-1:2007.

D.8.3.13 Degré de protection – Matériel sous enveloppe

Des essais de protection contre les pénétrations (IP) doivent être effectués sur le matériel sous enveloppe selon l'Annexe C de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, pour confirmer que le degré de protection déclaré par le fabricant a été atteint.

D.8.3.14 Distances d'isolement et lignes de fuite

Les distances d'isolement et lignes de fuite doivent être mesurées pour confirmer la conformité à D.7.1.4 (voir à l'Annexe G de l'IEC 60947-1:2007 les lignes directrices sur la mesure des distances d'isolement et lignes de fuite).

D.8.4 Essais de compatibilité électromagnétique

La compatibilité électromagnétique doit être vérifiée selon 8.4.

D.8.5.2 Durabilité électrique

Remplacer 8.5.2 par ce qui suit:

L'essai de durabilité électrique (voir D.7.2.4.4 et 8.1.5), lorsqu'il est exigé, est effectué conformément aux exigences appropriées de 8.3.4.1, modifiées par D.8.3.4.1.1, sauf que pour les matériels aptes au sectionnement, la valeur maximale du courant de fuite ne doit pas dépasser 2 mA par pôle pour les catégories d'emploi DC-PV1 et DC-PV2.

Le nombre total de cycles de manœuvres doit être déclaré par le constructeur.

Bibliographie

IEC 60364-7-712:2002, *Installations électriques des bâtiments – Partie 7-712: Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Alimentations photovoltaïques solaires (PV)*

IEC 60447:2004, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de manœuvre*

IEC 60617-DB², *Symboles graphiques pour schémas*

IEC 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC TR 60664-2-1:2011, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 2-1: Guide d'application – Explication de l'application de la série CEI 60664, exemples de dimensionnement et d'essais diélectriques*

² «DB» réfère à la base de données en ligne de l'IEC.

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