IEC 60947-2

Edition 5.0 2019-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

AMENDMENT 1
AMENDEMENT 1

Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers

Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-2: 2016-06/AMD1:2019-07(en-fr)

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2019 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 Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary
67 000 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.

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

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

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary
67 000 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-2

Edition 5.0 2019-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

AMENDMENT 1
AMENDEMENT 1

Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers

Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-6997-8

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.

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

FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 121A: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage.

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

FDIS	Report on voting
121A/286/FDIS	121A/302/RVD

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

1.1 Scope and object

Replace the existing first paragraph by the following:

This part of IEC 60947 series applies to circuit-breakers, intended to be installed and operated by instructed or skilled persons, the main contacts of which are intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.; it also contains additional requirements for integrally fused circuit-breakers.

Replace the 16th existing paragraph by the following:

For certain specific applications (for example traction, rolling mills, marine service, downstream of variable frequency drives, use in explosive atmospheres), particular or additional requirements may be necessary.

1.2 Normative references

Replace the existing references to IEC 61000-4-2, IEC 61140, and CISPR 11 by the following new references:

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

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
CISPR 11:2015/AMD1:2016

Delete the existing references to IEC 60364 (all parts), IEC 61000-3-2, IEC 61000-3-3 and CISPR 22.

Add the following new normative references to the existing list:

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 61545, *Connecting devices – Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units*

CISPR 32:2015, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*

Add, after the existing definition 2.22, the following new definition:

2.23
closing release
closing coil
release, energized by a source of voltage, which triggers the closing of the circuit-breaker

Note 1 to entry: A closing release is an auxiliary device of the circuit-breaker, and is different from the "closing device" mentioned in the figures of Annex A, and in IEC 60947-1, which is part of the test setup and is intended to establish the short-circuit current.

4.7.1 Types

Renumber existing item "4) other releases." *to item* "5) other releases.".

Add new item "4) closing release;".

4.7.2 Characteristics

Change existing item 1) to read "1) shunt release and undervoltage release (for opening), and closing release:"*, keeping dashed items unchanged.*

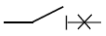
5.2 Marking

Replace the existing text, including all lettered items, by the following new text and Table 13:

Each circuit-breaker shall be marked in a durable manner; data to be provided and corresponding locations are indicated in Table 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table 13 – Product information

Item	Information	Marking location
1.1	rated current (I_n)	Visible
1.2	suitability for isolation, if applicable, with the symbol  (IEC 60617-S00288:2001-07 combined with IEC 60617-S00219:2001-07)	Visible
1.3	indication of the open and closed position with O (IEC 60417-5008;2002-10) and I (IEC 60417-5007;2002-10) respectively, if symbols are used (see 7.1.6.1 of IEC 60947-1:2007)	Visible
2.1	manufacturer's name or trade mark	Marked
2.2	type designation or catalogue reference	Marked
2.3	IEC 60947-2, if the manufacturer claims compliance with the standard	Marked
2.4	selectivity category A or B	Marked
2.5	rated operational voltage(s) U_e (see 4.3.2.1 and, where applicable, Annex H)	Marked
2.6	unsuitability for IT systems, if applicable, with the symbol (IEC 60417-6363:2016-07)	Marked
2.7	rated impulse withstand voltage (U_{imp})	Marked
2.8	value (or range) of the rated frequency, and/or the indication "d.c." (or the symbol (IEC 60417-5031:2002-10))	Marked
2.9	rated service short-circuit breaking capacity (I_{cs}) at the corresponding rated voltage (U_e)	Marked
2.10	rated ultimate short-circuit breaking capacity (I_{cu}) at the corresponding rated voltage (U_e)	Marked
2.11	rated short-time withstand current (I_{cw}), and associated short-time delay, for selectivity category B	Marked
2.12	range of the current setting (I_r) of the adjustable overload release	Marked [a]
2.13	range of the rated instantaneous short-circuit current setting (I_i), for adjustable releases	Marked [a]
2.14	reference temperature for non-compensated thermal releases, if different from 30 °C	Marked
2.15	terminals identification, according to 7.1.8.4 of IEC 60947-1:2007	Marked
2.16	line and load terminals, if applicable	Marked
2.17	neutral pole terminals, if applicable, by the letter N	Marked
2.18	protective earth terminal, where applicable, by the symbol (IEC 60417-5019:2006-08) (see 7.1.10.3 of IEC 60947-1:2007)	Marked
3.1	rated short-circuit making capacity (I_{cm}), if higher than that specified in 4.3.6.1	Literature
3.2	rated insulation voltage (U_i), if higher than the maximum rated operational voltage	Literature
3.3	pollution degree if other than 3	Literature
3.4	conventional enclosed thermal current (I_{the}) if different from the rated current	Literature
3.5	IP code, where applicable (see Annex C of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010)	Literature
3.6	minimum enclosure size and ventilation data (if any) to which marked ratings apply	Literature
3.7	details of minimum distance between circuit-breaker and earthed metal parts for circuit-breakers intended for use without enclosures	Literature
3.8	suitability for environment A or environment B per Annex J, as applicable	Literature
3.9	RMS sensing, if applicable, in accordance with F.4.1.1	Literature
3.10	minimum cable cross-section, if different from Table 9 of IEC 60947-1:2007, for ratings ≤ 20 A according to rated ultimate short-circuit breaking capacity I_{cu}	Literature
3.11	values of tightening torque for the circuit-breaker terminals	Literature

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Item	Information	Marking location
3.12	current derating for terminals and connections, if applicable	Literature
4.1	for closing releases (see 2.23) and/or motor-operators, rated control circuit voltage, kind of current and rated frequency for a.c.	Aux
4.2	rated control circuit voltage of the shunt release and/or of the under-voltage release (or of the no-voltage release), kind of current and rated frequency for a.c.	Aux
4.3	rated current of indirect over-current releases	Aux
4.4	number and type of auxiliary contacts, rated operational currents at the rated operational voltages, and rated frequency for a.c.	Aux
Key Visible: visible from the front when the circuit-breaker is installed as in service and the actuator is accessible Marked: marked on the circuit-breaker Literature: provided in the manufacturer's literature Aux: marked on the auxiliaries or on the circuit-breaker, if marking space is sufficient; additionally, data shall be made available in the manufacturer's literature		
[a] Where applicable, I_r and I_i ranges may be displayed instead of being marked on the circuit-breaker.		

5.3 Instructions for installation, operation and maintenance

Replace the existing text by the following new text:

Subclause 5.3 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies with the following addition:

Additional information for the decommissioning and dismantling of the circuit-breaker shall be provided to the user in the case of a foreseeable hazardous condition, for example due to stored energy or hazardous substances.

7.1.1 General

Replace the existing text by the following new text:

Subclause 7.1 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014 applies with the following modifications:

The requirements of 7.1.2 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014 do not apply to parts with a mass lower than 2 g (insignificant mass, in accordance with 3.14 of IEC 60695-2-11:2014). For products containing a plurality of small parts, the total mass of non-tested parts located in close proximity to each other shall not exceed 10 g. Proximity shall be based on engineering judgment that takes into consideration the risk of propagation of fire.

Where, in 7.1.2.2 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014, the test temperature is to be specified, the value required by this document for the parts necessary to retain in position current-carrying parts is:

– 960 °C for the main circuit;
– 850 °C for the other circuits.

7.2.2.3 Main circuit

Replace the existing text by the following new text:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

The main circuit of a circuit-breaker, including the over-current releases that may be associated with it, shall be capable of carrying its rated current I_n, under the conditions of Clause 8, without the temperature rises exceeding the limits specified in Table 7.

8.3 Type tests

Replace the last existing paragraph by the following new paragraph:

In order to facilitate locating a particular test condition or test, an alphabetical index is given below, using the terms most likely to be used (not necessarily the exact terms appearing in the relevant subclause heading).

8.3.1.3 Applicability of sequences according to the relationship between short-circuit ratings

Replace, in the alphabetical index of tests, in line "Overload releases (verification)", *reference* "8.3.4.5" *by* "8.3.4.6".

Table 9 – Overall schema of test sequences[a]

Replace, in test sequence IV row, the existing text of 2nd column by the following new text:

Circuit-breakers of selectivity category B [b] and circuit-breakers of selectivity category A with an assigned short-time withstand current (see 4.4)

Table 9b – Applicability of tests or test sequences to 1, 2 and 4-pole circuit-breakers according to the alternative programme 1 of 8.3.1.4

Replace the existing text of the table footnote "c" *by the following new text*:

[c] Test at maximum kVA rating (I_{cu} × corresponding U_e).

Table 9c – Applicability of tests or test sequences to 1, 2 and 3-pole circuit-breakers according to the alternative programme 2 of 8.3.1.4

Replace the existing text of the table footnote "c" *by the following new text*:

[c] Test at maximum kVA rating (I_{cu} × corresponding U_e).

8.3.2.1 General requirements

Replace the existing second paragraph after the note by the following new paragraph:

For the tests in free air concerning overload performance, short-circuit, and short-time withstand current where applicable, a metallic screen shall be placed on all sides of the circuit-breaker in accordance with the manufacturer's instructions. Details, including distances of the metallic screen from the circuit-breaker, shall be stated in the test report.

Replace the existing fifth paragraph before Table 10 by the following:

The tightening torques to be applied to the terminal screws shall be in accordance with the manufacturer's instructions (see Table 13, item 3.11).

Table 10 – Number of samples for test

Replace, in the existing table footnote "e", "test" *by* "testing.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

8.3.2.5 Test conditions for temperature-rise tests

Replace the existing fifth paragraph by the following:

For four-pole circuit-breakers, a test shall first be carried out on the 3-phase poles; for the neutral pole, the additional single-phase test of 8.3.3.3.4 of IEC 60947-1:2007 applies only when there is a construction break between the neutral pole and the phase poles (see 7.1.6), in which case the test current is the rated current of the neutral pole.

8.3.2.6.4.2 Tests on one-, two- and three-pole circuit-breakers

Replace the existing title of this subclause by the following new title:

8.3.2.6.4.2 Common tests on one-, two-, three- and four-pole circuit-breakers

8.3.2.6.4.3 Tests on four-pole circuit-breakers

Replace the existing title of this subclause by the following new title:

8.3.2.6.4.3 Additional tests on four-pole circuit-breakers

Delete the existing first paragraph.

Replace the existing second and third paragraphs by the following new paragraphs:

Additional sequences of operations on one or more new samples, in accordance with Table 10, shall be carried out on the fourth pole and its adjacent pole, according to test sequences III or V, as applicable, and test sequence IV if applicable. This requirement applies even when test sequence III is replaced by test sequence II (I_{cu} = I_{cs}) or test sequence IV is replaced by test sequence VI (I_{cw} = I_{cs}), i.e., additional tests according to test sequence III or V, and test sequence IV, as applicable, are required.

Alternatively, at the request of the manufacturer, these tests may be combined with the tests of 8.3.2.6.4.2 and made on the same samples, in which case the test in each relevant test sequence shall comprise

– the test on three adjacent poles,
– the test on the fourth pole and the adjacent pole.

8.3.3.2.2 Short-circuit releases

Replace, in the existing fifth paragraph, third sentence, "indivudal" *by* "individual".

8.3.3.2.3 Overload releases

a) Instantaneous or definite time-delay releases

Replace, in the existing last paragraph, "(see 8.3.3.2.3)" *by* "(see 8.3.3.2.1)".

b) Inverse time-delay releases

Replace, in the existing second paragraph, "(see 8.3.3.2.4)" *by* "(see 8.3.3.2.1)".

Replace, in the existing third paragraph, "see 4.7.3 and 5.2 item b)" *by* "see 4.7.3 and Table 13 item 2.14".

8.3.3.4.2.2 Mechanical operation

Replace, in the existing first dashed item, "closing device" *with* "closing release".

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

8.3.3.4.3 Operational performance capability without current

Replace, in the existing second sentence of the 7th paragraph, "closing devices" *with* "closing releases".

8.3.3.4.4 Operational performance capability with current

Replace, in the existing second sentence of the 6th paragraph, "closing devices" *with* "closing releases".

8.3.3.6.2 Test voltage

Replace the existing first paragraph with the following:

Subclause 8.3.3.4.1, item 4) b), of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies.

Delete the existing second paragraph.

8.3.6.5 Test of short-circuit breaking capacity at the maximum short-time withstand current

Add at the end of the existing last paragraph, the following new sentence:

"; this exception also applies to the test on the fourth pole and the adjacent pole, in accordance with 8.3.2.6.4.3."

Annex A – Co-ordination between a circuit-breaker and another short-circuit protective device associated in the same circuit

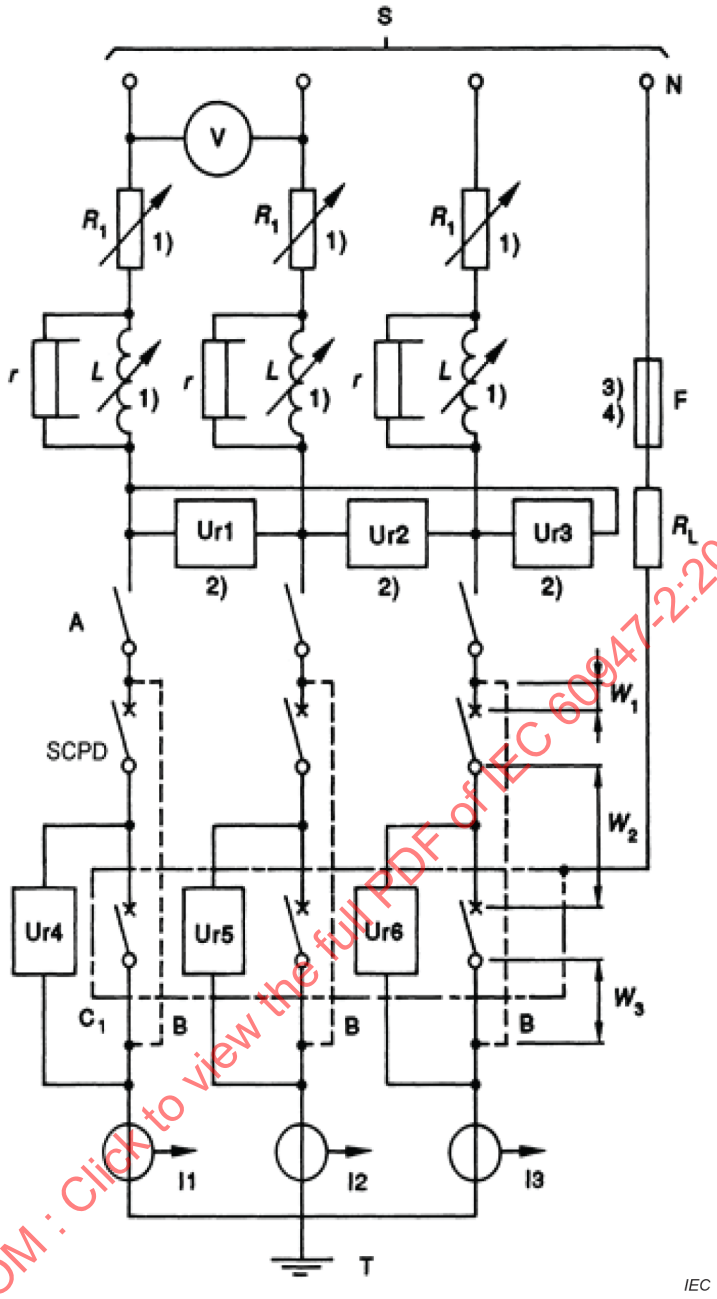
A.1 General

Add, in last but two existing paragraph, a closing bracket ")" after "*2.17.3*".

Figure A.4 – Example of test circuit for conditional short-circuit breaking capacity tests showing cable connections for a 3-pole circuit-breaker (C_1)

Replace the existing figure by the following new figure:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Replace, the existing first paragraph by the following new text:

Adjustable loads L and R_1 may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit.

Figure A.5 – Example of test circuit for the verification of selectivity

Replace, the existing first paragraph by the following new text:

Adjustable loads L and R_1 may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit.

Annex B – Circuit-breakers incorporating residual current protection

Replace the existing annex by the following new annex:

Annex B
(normative)

Circuit-breakers incorporating residual current protection

B.1 General

B.1.1 Preamble

To provide protection against the effects of electric shock hazards, devices reacting to residual differential currents are used as protective systems. Such devices are frequently used in conjunction with or as an integral part of a circuit-breaker to achieve a two-fold goal, i.e.:

– providing protection of installations against overloads and short-circuit currents;

– providing protection of persons against indirect contact, i.e. hazardous increases of ground potential due to defective insulation.

NOTE 1 In IEC 61140:2016, the term “protection of persons against indirect contact” is replaced by “fault protection”.

Residual current devices may also provide additional protection against fire and other hazards, which may develop as a result of an earth fault of a lasting nature that cannot be detected by the over-current protective device.

Residual current devices having a rated residual current not exceeding 30 mA are also used as a means for additional protection against direct contact in the event of failure of the relevant protective means.

NOTE 2 In IEC 61140:2016, the term “protection of persons against direct contact” is replaced by “basic protection”.

The requirements for the installation of such devices are specified in various sections of IEC 60364 series.

This annex includes definitions, additional requirements and tests for circuit-breakers incorporating residual current protection of type B to cover the use of new electronic technology in equipment which can result in particular residual currents not covered by the characteristics of type AC or type A.

NOTE 3 This annex complies with the relevant requirements of IEC 60755.

B.1.2 Scope and object

This annex applies to circuit-breakers providing residual current protection (CBRs). It covers the requirements for units that concurrently perform residual current detection, compare such measurements with a preset value and cause the protected circuit to be switched off when this value is exceeded.

This annex applies to:

- circuit-breakers in accordance with this document, which incorporate the residual current function as an integrated feature (hereinafter called integral CBRs);
- CBRs consisting of a combination of a residual current device (hereinafter referred to as r.c. units) and a circuit-breaker in accordance with this document; their combination both mechanically and electrically, may be carried out either at the factory or in the field by the user in accordance with the manufacturer's instructions.

This annex covers CBRs of type AC, type A and type B (see B.4.4).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

This annex applies only to CBRs intended for use in a.c. circuits.

NOTE The neutral current sensing means, if any, can be external to the circuit-breaker or the combination, depending on the case.

The residual current function of CBRs covered by this annex may or may not be functionally dependent on line voltage. CBRs depending on an alternative supply source are not covered by this annex.

This annex does not apply to equipment where the current sensing means (except the neutral current sensing means) or the processing device are mounted separately from the circuit-breaker. The requirements for such devices are given in Annex M.

The object of this annex is to state:

a) the specific features of the residual current function;

b) the specific requirements that shall be complied with by the CBR
   – under normal circuit conditions;
   – under abnormal circuit conditions, whether of a residual current nature or not;

c) the tests that shall be performed to verify compliance with the requirements in b) above, together with the appropriate test procedures, including tests for electromagnetic compatibility;

d) the relevant product information.

B.2 Terms and definitions

As a complement to Clause 2 of this document, the following terms and definitions apply:

B.2.1 Terms and definitions relating to currents flowing from live parts to earth

B.2.1.1
earth fault current
current flowing to earth due to an insulation fault

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-01-23]

B.2.1.2
earth leakage current
current flowing from the live parts of the installation to earth in the absence of an insulation fault

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-01-24]

B.2.2 Terms and definitions relating to the energization of a CBR

B.2.2.1
energizing quantity
electrical energizing quantity that, alone or in combination with other such quantities, shall be applied to a CBR to enable it to accomplish its function under specified conditions

B.2.2.2
energizing input-quantity
energizing quantity by which the CBR is activated when it is applied under specified conditions

Note 1 to entry: These conditions can involve, e.g., the energizing of certain auxiliary elements.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-58, modified – In the definition, "residual current device" has been replaced with "CBR".]

B.2.2.3
residual current
I_{Δ}
vectorial sum of the currents flowing in the main circuit of the CBR, expressed as an r.m.s. value

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-19, modified – The definition has been adapted to apply to CBRs.]

B.2.2.4
residual operating current
$I_{\Delta n}$
value of the residual current which causes the CBR to operate under specified conditions

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-20, modified – In the definition, "residual current device" has been replaced with "CBR".]

B.2.2.5
residual non-operating current
$I_{\Delta no}$
value of the residual current at which (and below which) the CBR does not operate under specified conditions

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-21, modified – Symbol introduced and, in the definition, "residual current device" has been replaced with "CBR".]

B.2.3 Terms and definitions relating to the operation and the functions of a CBR

B.2.3.1
circuit-breaker incorporating residual current protection
CBR
circuit-breaker (see 2.1) designed to cause the opening of the contacts when the residual current attains a given value under specified conditions

B.2.3.2
CBR functionally independent of line voltage
CBR for which the functions of detection and evaluation, and the actuating means of interruption (see B.2.3.6) do not depend on the line voltage

B.2.3.3
CBR functionally dependent on line voltage
CBR for which the functions of detection and/or evaluation, and/or the actuating means of interruption (see B.2.3.6) depend on the line voltage

Note 1 to entry: It is understood that the line voltage for detection, evaluation or interruption is applied to the CBR.

B.2.3.4
detection (of a residual current)
function consisting in sensing the presence of a residual current

Note 1 to entry: This function can be performed, for example, by a transformer integrating the vector sum of the currents.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-24]

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.2.3.5
evaluation
function consisting in giving to the CBR the possibility to operate when the detected residual current exceeds a specified reference value

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-25, modified – In the term, "(for a residual current)" has been deleted and in the definition, "residual current device" has been replaced with "CBR".]

B.2.3.6
interruption
function consisting in bringing automatically the main contacts of the CBR from the closed position into the open position, thereby interrupting the current(s) flowing through them

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-26, modified – In the term, "(for a residual current device)" has been deleted and in the definition, "residual current device" has been replaced with "CBR".]

B.2.3.7
limiting non-actuating time
maximum delay during which a value of residual current higher than the rated residual non-operating current can be applied to the CBR without bringing it actually to operate

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-23, modified – In the definition, "residual current device" has been replaced with "CBR" and "rated" has been added.]

B.2.3.8
time-delay CBR
CBR specially designed to attain a predetermined value of limiting non-actuating time, corresponding to a given value of residual current

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-05, modified – In the definition and the term, "residual current device" has been replaced with "CBR".]

B.2.3.9
reset-CBR
CBR with an r.c. unit that shall be intentionally reset by a means different from the operating means of the CBR, following the occurrence of a residual current, before it can be reclosed

B.2.3.10
test device
device simulating a residual current for checking that the CBR operates

B.2.4 Terms and definitions relating to values and ranges of energizing quantities

B.2.4.1
limiting value of the non-operating over-current in the case of a single-phase load
maximum value of a single-phase over-current which, in the absence of a residual current, can flow through a CBR (whatever the number of poles) without causing it to operate

Note 1 to entry: See B.7.2.7.

B.2.4.2
residual short-circuit making and breaking capacity
value of the a.c. component of a residual prospective short-circuit current which a CBR can make, carry for its opening time and break under specified conditions of use and behaviour

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.3 Classification

B.3.1 Classification according to the method of operation of the residual current function

B.3.1.1 CBR functionally independent of line voltage (see B.2.3.2)

B.3.1.2 CBR functionally dependent on line voltage (see B.2.3.3 and B.7.2.12)

B.3.1.2.1 Opening automatically in the case of failure of the line voltage with or without delay

B.3.1.2.2 Not opening automatically in the case of failure of line voltage

Not opening automatically in the case of failure of the line voltage, but able to trip under specified conditions in the case of an earth fault arising on failure of the line voltage.

NOTE Classification under this subclause includes CBRs unable to open automatically when no hazardous situation exists.

B.3.2 Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current

B.3.2.1 CBR with single rated residual operating current

B.3.2.2 CBR with multiple settings of residual operating current

– by fixed steps;
– by continuous variation.

B.3.3 Classification according to time delay of the residual current function

B.3.3.1 CBR without time-delay: non-time-delayed type

B.3.3.2 CBR with time-delay: time-delayed type (see B.2.3.8)

B.3.3.2.1 CBR with non-adjustable time delay

B.3.3.2.2 CBR with adjustable time delay

– by fixed steps;
– by continuous variation.

B.3.4 Classification according to behaviour in presence of a d.c. component

B.3.4.1 CBRs of type AC (see B.4.4.1)

B.3.4.2 CBRs of type A (see B.4.4.2)

B.3.4.3 CBRs of type B (see B.4.4.3)

B.4 Characteristics of CBRs concerning their residual current function

B.4.1 Rated values

B.4.1.1 Rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)

The r.m.s. value of a sinusoidal residual operating current (see B.2.2.4) assigned to the CBR by the manufacturer, at which the CBR shall operate under specified conditions.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

For a CBR with multiple settings of residual operating current, the highest setting is used to designate its rating. See, however, Clause B.5 concerning marking.

B.4.1.2 Rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)

The r.m.s. value of sinusoidal residual non-operating current (see B.2.2.5) assigned to the CBR by the manufacturer at which the CBR does not operate under specified conditions.

B.4.1.3 Rated residual short-circuit making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

The r.m.s. value of the a.c. component of the prospective residual short-circuit current (see B.2.4.2) assigned to the CBR by the manufacturer, which the CBR can make, carry and break under specified conditions.

B.4.2 Preferred and limiting values

B.4.2.1 Preferred values of rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)

Preferred values of rated residual operating current are

0,006 A – 0,01 A – 0,03 A – 0,1 A – 0,3 A – 0,5 A – 1 A – 3 A – 10 A – 30 A

Higher values may be required.

$I_{\Delta n}$ may be expressed as a percentage of the rated current.

B.4.2.2 Minimum value of rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)

The minimum value of rated residual non-operating current is 0,5 $I_{\Delta n}$.

B.4.2.3 Limiting value of non-operating over-current in the case of a single-phase load

The limiting value of non-operating over-current in the case of a single-phase load shall be in accordance with B.7.2.7.

B.4.2.4 Operating characteristics

B.4.2.4.1 Non-time-delay type

The operating characteristic for a non-time-delay type is given in Table B.1.

Table B.1 – Operating characteristic in the case of sinusoidal residual current for non-time-delay type

Residual current [c]	$I_{\Delta n}$	2 $I_{\Delta n}$	5 $I_{\Delta n}$ [a]	10 $I_{\Delta n}$ [b]
Maximum break times s	0,3	0,15	0,04	0,04

NOTE These values are derived from IEC 60479-1 and are valid for both 50 Hz and 60 Hz.

[a] For CBRs having $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, 0,25 A may be used as an alternative to 5 $I_{\Delta n}$.

[b] For CBRs having $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, 0,5 A may be used as an alternative to 10 $I_{\Delta n}$.

[c] For CBRs of types A and B, multiplying factors may apply – see B.8.7 and B.8.8.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

CBRs having $I_{\Delta n} \leq 30$ mA shall be of the non-time-delay type.

B.4.2.4.2 Time-delay type

B.4.2.4.2.1 Limiting non-actuating time (see B.2.3.7)

For a time-delay type, the limiting non-actuating time is defined at 2 $I_{\Delta n}$ and shall be declared by the manufacturer.

The minimum limiting non-actuating time is 0,06 s.

The preferred values of limiting non-actuating time are

0,06 s – 0,1 s – 0,2 s – 0,3 s – 0,4 s – 0,5 s – 1 s

B.4.2.4.2.2 Operating characteristics

For CBRs having a limiting non-actuating time of 0,06 s, the operating characteristics is given in Table B.2.

Table B.2 – Operating characteristics in the case of sinusoidal residual currents, for time-delay type having a limiting non-actuating time of 0,06 s

Residual current [a]	$I_{\Delta n}$	2 $I_{\Delta n}$	5 $I_{\Delta n}$	10 $I_{\Delta n}$
Maximum break time s	0,5	0,2	0,15	0,15
Limiting non actuating time s	-	0,06	-	-
NOTE These values are derived from IEC 60479-1 and are valid for both 50 Hz and 60 Hz. [a] For CBRs of types A and B, multiplying factors may apply – see B.8.7 and B.8.8				

For CBRs having a limiting non-actuating time higher than 0,06 s, the manufacturer shall declare the maximum break time at $I_{\Delta n}$, 2 $I_{\Delta n}$, 5 $I_{\Delta n}$, and 10 $I_{\Delta n}$.

In the case of a CBR having an inverse current/time characteristic, the manufacturer shall state the residual current/break time characteristic.

B.4.3 Value of the rated residual short-circuit making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

The minimum value of $I_{\Delta m}$ is 25 % of I_{cu}.

Higher values may be tested and declared by the manufacturer.

B.4.4 Operating characteristics in the case of an earth fault current in the presence or absence of a d.c. component

B.4.4.1 CBR of type AC

A CBR for which tripping is ensured for residual sinusoidal alternating currents, in the absence of a d.c. component whether suddenly applied or slowly rising.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.4.4.2 CBR of type A

A CBR for which tripping is ensured for residual sinusoidal alternating currents in the presence of specified residual pulsating direct currents with or without a specified level of superimposed d.c. (± 6 mA), whether suddenly applied or slowly rising.

B.4.4.3 CBR of type B

A CBR for which tripping is ensured as for type A, and in addition:

– for residual sinusoidal alternating currents up to 1 000 Hz,

– for composite residual currents, whether suddenly applied or slowly rising intended for circuits supplied between phase and neutral or phase and earthed middle conductor,

– for residual alternating currents superimposed by a smooth direct current of 0,4 times the rated residual current ($I_{\Delta n}$) or 10 mA whichever is the highest value,

– for residual pulsating direct currents superimposed by a smooth direct current of 0,4 times the rated residual current ($I_{\Delta n}$) or 10 mA, whichever is the highest value,

– for residual direct currents which can result from rectifying circuits, i.e.:

  - two-pulse bridge connection line to line for 2-, 3- and 4-pole CBRs,
  - three-pulse star connection or six-pulse bridge connection for 3- and 4-pole CBRs,

– for residual smooth direct currents.

B.5 Marking

Each CBR shall be marked as specified in 5.2 and, in addition, in accordance with Table B.3

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table B.3 – Product information

Item	Information	Marking location	
		Integral CBR	r. c. unit
B1.1	the operating means of the test device by the letter T (see also B.7.2.6)	Visible	Visible
B1.2	operating characteristic in the case of residual currents in the presence or absence of a d.c. component: – for CBRs of type AC with the symbol (IEC 60417-6148:2012-01) – for CBRs of type A with the symbol (IEC 60417-6149:2012-01) – for CBRs of type B with the symbol (IEC 60417-6398:2017-12) or (IEC 60417-6149:2012-01 + IEC 60417-6160:2012-04 + IEC 60417-6297:2014-11)	Visible	Visible
B1.3	rated residual operating current $I_{\Delta n}$	Visible	Visible
B2.1	settings of residual operating current, when applicable	Marked	Marked
B2.2	limiting non-actuating time at 2 $I_{\Delta n}$, for time-delay type, by the symbol Δt followed by the limiting non-actuating time	Marked	Marked
B2.3	suitability for use with a 3-phase supply only, with the symbol (IEC 60417-6364:2016-07)	Marked	Marked
B2.4	rated voltage(s) if different from the rated voltage(s) of the circuit-breaker	-	Marked
B2.5	value (or range) of the rated frequency if different from that of the circuit-breaker	-	Marked
B2.6	the indication I_n ≤ ...A (I_n being the maximum current rating of the circuit-breaker with which the r.c. unit may be combined)	-	Marked
B2.7	manufacturer's name or trade mark	-	Marked
B2.8	type designation or catalog reference	-	Marked
B2.9	identification of the circuit-breaker(s) with which the r.c. unit may be assembled, unless incorrect assembly (such as to render the protection ineffective) is made impossible by the design;	-	Marked
B2.10	IEC 60947-2	-	Marked
B3.1	rated residual short-circuit making and breaking capacity $I_{\Delta m}$ if higher than 25 % of I_{cu} (see B.4.3)	Literature	Literature
B3.2	diagram of connections, including those of the test circuit and, if applicable, those to the line, for CBRs dependent on the line voltage	Literature	Literature
B3.3	value of rated residual non-operating current $I_{\Delta no}$ if greater than 0,5 $I_{\Delta n}$	Literature	Literature

Key

Visible: visible from the front when the circuit-breaker is installed as in service and the actuator is accessible

Marked: marked on the product

Literature: provided in the manufacturer's literature

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.6 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 applies.

B.7 Design and operating requirements

B.7.1 Design requirements

It shall not be possible to modify the operating characteristic of a CBR except by means which are specifically provided for setting the rated residual operating current or the definite time delay.

Changing from one setting to another shall only be possible through a deliberate action, such as the use of a tool, a password or equivalent means.

CBRs combining an r.c. unit device and a circuit-breaker shall be so designed and built that:

– the coupling system of the r.c. unit and the associated circuit-breaker does not require any mechanical and/or electrical connection that may adversely affect the installation or result in injury to the user;

– the addition of the r.c. unit does not adversely affect in any way either the normal operation or the performance capabilities of the circuit-breaker;

– the r.c. unit does not sustain any permanent damage due to the short-circuit currents during test sequences.

B.7.2 Operating requirements

B.7.2.1 Operation in the case of a residual current

CBRs shall open automatically in response to any earth leakage current or earth fault current equal to or exceeding the rated residual operating current for a time exceeding the non-actuating time.

The operation of CBRs shall be in compliance with the time requirements specified in B.4.2.4. Compliance shall be checked by the tests of B.8.1.2.

B.7.2.2 Rated residual short-circuit making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

CBRs shall meet the test requirements of B.8.11.

B.7.2.3 Operational performance capability

CBRs shall comply with the tests of B.8.1.2.1.

B.7.2.4 Effects of environmental conditions

CBRs shall operate satisfactorily, taking into account the effects of environmental conditions.

Compliance is checked by the test of B.8.12.

B.7.2.5 Dielectric properties

CBRs shall withstand the tests of B.8.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.7.2.6 Test device

CBRs shall be provided with a test device causing the passing through the detecting device of a current simulating a residual current, in order to allow periodic testing of the ability of the CBRs to operate.

The test device shall satisfy the tests of B.8.4.

The protective conductor, if any, shall not become live when the test device is operated.

It shall not be possible to energize the protected circuit by operating the test device when the CBR is in the open position.

The test device shall not be the sole means of performing the opening operation and is not intended to be used for this function.

The operating means of the test device shall be designated by the letter T, and its colour shall not be red or green; a light colour should preferably be used.

NOTE The test device is only intended to check the tripping function, not the value at which the function is effective with respect to the rated residual operating current and to the break time.

B.7.2.7 Value of the non-operating over-current in the case of a single-phase load

CBRs shall withstand the smaller of the following two over-current values without tripping:

– 6 I_n;

– 80 % of the maximum short-circuit release current setting.

Compliance is checked by the test of B.8.5.

However this test is not necessary in the case of CBRs of selectivity category B since the requirements of this subclause are verified during test sequence IV (or test sequence VI).

NOTE Polyphase balanced load tests are considered to be covered by the requirements of this subclause.

B.7.2.8 Resistance of CBRs to unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages

B.7.2.8.1 Resistance to unwanted tripping in the case of loading of the network capacitance

CBRs shall withstand the test of B.8.6.2.

B.7.2.8.2 Resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current

CBRs shall withstand the test of B.8.6.3.

B.7.2.9 Behaviour of CBRs of type A in the case of an earth fault comprising a d.c. component

The behaviour of CBRs in the case of an earth fault current comprising a d.c. component shall be such that the maximum break times stated in Table B.1 and Table B.2, as applicable, shall also be valid, the test current values specified being, however, increased:

– by the factor 1,4 for CBRs having $I_{\Delta n} \geq 0{,}030$ A;

– by the factor 2 for CBRs having $I_{\Delta n} < 0{,}030$ A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Compliance is checked by the tests of B.8.7.

B.7.2.10 Behaviour of CBRs of type B in response to the type of residual current

B.7.2.10.1 Composite residual currents

Type B RCDs shall operate in response to a steady increase of composite residual currents, including a 10 Hz component and a 1 kHz component, as defined in Table B.7.

The residual operating current shall be within the limits given in Table B.8.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.1.

Type B CBRs shall operate in response to a sudden appearance of a composite residual current equal to 7 $I_{\Delta n}$, within the maximum break-time specified in B.4.2.4 for 5 $I_{\Delta n}$.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.2.

B.7.2.10.2 Residual sinusoidal alternating currents up to 1 000 Hz

Type B RCDs shall operate in response to residual currents of any frequency up to 1 000 Hz, in accordance with Table B.9.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.3.

B.7.2.10.3 Residual alternating current superimposed by a residual smooth direct current

Type B CBRs shall operate in the case of residual alternating currents of the rated frequency superimposed by a residual smooth direct current of 0,4 times the rated residual current ($I_{\Delta n}$) or 10 mA whichever is the highest value.

The alternating tripping current shall be equal or lower than $I_{\Delta n}$.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.4.

B.7.2.10.4 Residual pulsating direct current superimposed by a residual smooth direct current

Type B CBRs shall operate in the case of residual pulsating direct currents superimposed by a residual smooth direct current of 0,4 times the rated residual current ($I_{\Delta n}$) or 10 mA whichever is the highest value.

The tripping current shall not be higher than 1,4 $I_{\Delta n}$ for CBRs with $I_{\Delta n}$ > 0,01 A or 2 $I_{\Delta n}$ for CBRs with $I_{\Delta n}$ ≤ 0,01 A.

NOTE The tripping current 1,4 $I_{\Delta n}$ or 2 $I_{\Delta n}$, as applicable, is the RMS value due to the half-wave pulsating direct current.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.7.2.10.5 Residual pulsating direct currents that can result from rectifying circuits supplied from two phases

Type B CBRs shall operate in response to a steady increase of residual pulsating direct currents resulting from rectifying circuits within the limits of 0,5 $I_{\Delta n}$ to 2 $I_{\Delta n}$.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.6 a).

Type B CBRs shall operate in response to a sudden appearance of residual pulsating direct currents resulting from rectifying circuits according to the limits specified in B.4.2.4, the test current values specified being, however, increased by a factor 2.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.6 b).

B.7.2.10.6 Residual pulsating direct currents that can result from rectifying circuits supplied from three phases

Type B CBRs shall operate in response to a steady increase of residual pulsating direct currents resulting from rectifying circuits within the limits of 0,5 $I_{\Delta n}$ to 2 $I_{\Delta n}$.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.7 a).

Type B CBRs shall operate in response to a sudden appearance of residual pulsating direct currents resulting from rectifying circuits according to the limits specified in B.4.2.4, the test current values specified being, however, increased by a factor 2.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.7 b).

B.7.2.10.7 Residual smooth direct current

Type B CBRs shall operate in response to a steady increase of a smooth direct residual current within the limits of 0,5 $I_{\Delta n}$ to 2 $I_{\Delta n}$.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.8.1 a) and B.8.8.8.2.

Type B CBRs shall operate in response to a sudden appearance of a smooth direct residual current according to the limits specified in B.4.2.4, the test current values specified being, however, increased by a factor 2.

Compliance is checked by the tests of B.8.8.8.1 b).

B.7.2.11 Conditions of operation for reset-CBRs

It shall not be possible to reclose reset-CBRs (see B.2.3.9) after tripping due to a residual current, if they have not been reset.

Compliance is checked during the test of 8.3.3.4.4 in accordance with B.8.1.2.1.

B.7.2.12 Additional requirements for CBRs functionally dependent on line voltage

CBRs functionally dependent on line voltage shall operate correctly at any value of the line voltage between 0,85 and 1,1 times its rated value.

Compliance is checked by the tests of B.8.2.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Where a CBR has more than one rated frequency or a range of rated frequencies, the CBR shall be capable of operating in accordance with this subclause at all frequencies.

Compliance is verified by carrying out the tests of B.8.2 and B.8.4.

According to their classification CBRs functionally dependent on line voltage shall comply with the requirements given in Table B.4.

Table B.4 – Requirements for CBRs functionally dependent on line voltage

Classification of the device according to B.3.1		Behaviour in the case of failure of line voltage
CBRs opening automatically in the case of failure of the line voltage (B.3.1.2.1)	Without delay	Opening without delay according to item a) of B.8.9.3
	With delay	Opening with delay according to item b) of B.8.9.3
CBRs not opening automatically in the case of failure of the line voltage but able to open in the case of a hazardous situation arising (B.3.1.2.2)		Operating according to B.8.10

B.7.3 Electromagnetic compatibility

The requirements of Annex J apply.

Additional test specifications are given in B.8.13.

Immunity to voltage variations is covered by the requirements of B.7.2.12.

B.8 Tests

B.8.1 Test sequences

B.8.1.1 General

This clause specifies tests for CBRs having a rated residual operating current $I_{\Delta n}$ up to and including 30 A.

The applicability of the tests specified in this clause when $I_{\Delta n} > 30$ A is subject to agreement between manufacturer and user.

The instruments for the measurement of the residual current shall show (or permit to determine) the true r.m.s. value.

Tests specified in this annex are supplementary to the tests of Clause 8.

a) Type tests

CBRs shall be submitted to all relevant test sequences of Clause 8. For the dielectric withstand verifications during these test sequences (see 8.3.3.6), the control circuit of residual current devices functionally dependent on line voltage shall be disconnected from the main circuit.

The tests shall be carried out with substantially sinusoidal currents.

For CBRs comprising a separate r.c. unit and a circuit-breaker, the assembly shall be performed in compliance with the manufacturer's instructions.

In the case of CBRs with multiple settings of residual operating current, the tests shall be carried out at the lowest setting, unless otherwise stated.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

In the case of CBRs with adjustable time delays (see B.3.3.2.2), the time delay shall be set at maximum, unless otherwise stated.

In the case of CBRs with adjustable instantaneous tripping, the instantaneous trip shall be set at maximum, unless otherwise stated.

b) Routine tests

Subclause 8.4.5 applies.

B.8.1.2 Tests to be carried out during the test sequences of Clause 8

B.8.1.2.1 General performance characteristics (test sequence I)

To avoid unintentional operation of the residual current function, the verification of tripping limits and characteristics (8.3.3.2) shall be amended as follows:

– for the verification of the short-circuit releases of electronic overcurrent releases, the pole under test shall be tested in series with one other pole chosen at random; for the verification of the short-circuit releases of electromagnetic overcurrent releases, the additional verification in single pole need not be carried out; for the verification of the overload release of the neutral pole, this pole shall be tested in series with 2 other poles connected in parallel;

– alternatively, when feasible and with the agreement of the manufacturer, the residual current function may be rendered inoperative;

– the test conditions shall be stated in the test report.

During the operating cycles with current (see 8.3.3.4.4) specified in Table 8 (see 7.2.4.2), a third of the breaking operations shall be performed by actuating the test device, and a further third by applying a residual current of value $I_{\Delta n}$ (or, if applicable, of the lowest setting of the residual operating current) to any one pole.

In the case of a reset-CBR, it shall be verified that it is not possible to reclose the CBR after tripping without the intentional resetting action. This verification shall take place at the beginning and at the end of the operational performance capability test with current (8.3.3.4.4).

No failure to trip shall be admitted.

B.8.1.2.2 Verification of the withstand capability to short-circuit currents

B.8.1.2.2.1 Rated service short-circuit breaking capacity (test sequence II)

Following the tests of 8.3.4, verification of the correct operation of the CBR in the case of residual current shall be performed in accordance with B.8.2.4.2.

B.8.1.2.2.2 Rated ultimate short-circuit breaking capacity (test sequence III)

For the purpose of verifying the correct operation of the overload releases, the single pole tests specified in 8.3.5.2 and 8.3.5.5 shall be replaced by two-pole tests, on all possible combinations of phase poles in turn, the test conditions being as specified in 8.3.5.2 and 8.3.5.5 but applicable to two poles.

Following the tests of 8.3.5, verification of the correct operation of the CBR shall be performed in accordance with B.8.2.4.4.

B.8.1.2.2.3 Rated short-time withstand current (test sequence IV or test sequence VI (combined))

a) Behaviour during rated short-time withstand current test

No tripping shall occur during the test of 8.3.6.3 or 8.3.8.3, as applicable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

b) Verification of overload releases

– for test sequence IV

For the purpose of verifying the correct operation of the overload releases in accordance with 8.3.6.2 and 8.3.6.7, the single pole tests specified in 8.3.5.2 shall be replaced by two-pole tests, made on all possible combinations of phase poles in turn.

– for the combined test sequence

For the purpose of verifying the correct operation of the overload releases in accordance with 8.3.8.2, the single pole test specified in 8.3.5.2 shall be replaced by two-pole tests made on all possible combinations of phase poles in turn.

For the purpose of verifying the correct operation of overload releases in accordance with 8.3.8.7, the test specified in 8.3.3.8 shall be carried out using a three-phase supply.

c) Verification of the residual current tripping device

Following the tests of 8.3.6 or 8.3.8, as applicable, verification of the residual current tripping device shall be performed in accordance with B.8.2.4.4.

B.8.1.2.2.4 Integrally fused circuit-breakers (test sequence V)

For the purpose of verifying the correct operation of the overload releases, the single-pole tests specified in 8.3.7.5 and 8.3.7.9 shall be replaced by two-pole tests, on all possible combinations of phase poles in turn, the test conditions being as specified in 8.3.7.5 and 8.3.7.9 but applicable to two poles.

Following the tests of 8.3.7, verification of the correct operation of the CBR shall be performed in accordance with B.8.2.4.4.

B.8.1.2.2.5 Test sequence VI (combined)

Following the tests of 8.3.8, verification of the correct operation of the CBR shall be performed in accordance with B.8.2.4.4.

B.8.1.3 Additional test sequences

Additional test sequences shall be performed on CBRs in accordance with Table B.5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table B.5 – Additional test sequences

Sequences	Test	Subclause
B I	Verification of the operating characteristics	B.8.2
	Verification of dielectric properties	B.8.3
	Verification of the operation of the test device at the limits of rated voltage	B.8.4
	Verification of the limiting value of the non-operating current under over-current conditions	B.8.5
	Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages	B.8.6
	Additional verifications for CBRs of types A and B	B.8.7
	Additional verifications for CBRs of type B	B.8.8
	Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.1	B.8.9
	Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.2	B.8.10
B II	Verification of the residual short-circuit making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	B.8.11
B III	Verification of the effects of environmental conditions	B.8.12
B IV	Verification of electromagnetic compatibility	B.8.13
	Immunity tests	B.8.13.1
	Emission tests	B.8.13.2

For CBRs having variants with different number of poles, tests shall be carried out on the variant with the greatest number of poles. For a variant where there is no construction break from the tested variant, no additional tests are required. If the variants' construction is not identical to the variant tested, then those variants shall also be tested.

One sample shall be tested for each of the test sequences B I, B II and B III.

For test sequence B IV, a new sample may be used for each test, or one sample may be used for several tests, at the manufacturer's discretion.

B.8.2 Verification of the operating characteristics

B.8.2.1 Test circuit

The CBR shall be installed as in normal use.

The test circuit shall be in accordance with Figure B.1.

B.8.2.2 Test voltage for CBRs functionally independent of line voltage

Tests may be carried out at any convenient voltage.

B.8.2.3 Test voltage for CBRs functionally dependent on line voltage

Tests shall be carried out at the following values of voltage applied to the relevant terminals:

– 0,85 times the minimum rated voltage for the tests specified in B.8.2.4 and B.8.2.5.2;
– 1,1 times the maximum rated voltage for the tests specified in B.8.2.5.3.

For CBRs having functions which do not depend on line voltage, tests of those functions may be carried out at any convenient voltage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

CBRs with more than one rated frequency or a range of rated frequencies shall be tested in each case at the highest and lowest rated frequency. However, for CBRs rated at 50 Hz and 60 Hz, tests at 50 Hz or 60 Hz are considered to cover the requirements.

For tests where the poles are loaded with rated current or above (see for example B.8.2.5.3, B.8.7.2.3, B.8.8.8.2 and B.8.8.9), for practical reasons, it is acceptable to use a sample where the voltage pick-up conductors have been separated from the phase poles, to allow the use of a low-power source for the loading with current. The details of the modification shall be agreed between the manufacturer and the testing station, and shall be stated in the test report.

B.8.2.4 Off-load test at 20 °C ± 5 °C

B.8.2.4.1 General

The connections being as in Figure B.1, the CBR shall perform the tests of B.8.2.4.2, B.8.2.4.3 and B.8.2.4.4 and also, where applicable, B.8.2.4.5, all made on one pole only chosen at random. Each test shall comprise three measurements or verifications, as applicable.

Unless otherwise specified, for CBRs with setting of the residual operating current by continuous variation or by discrete values, the tests shall be carried out at the lowest and highest settings, and at one intermediate setting.

B.8.2.4.2 Verification of the correct operation in the case of a steady increase of the residual current

For CBRs with adjustable time delays, the tests shall be performed at the lowest setting. The switches S_1 and S_2 and the CBR being in the closed position, the residual current is steadily increased, starting from a value not higher than 0,2 $I_{\Delta n}$ so as to attain the value $I_{\Delta n}$ in approximately 30 s, the tripping current being measured each time. The three measured values shall be greater than $I_{\Delta no}$ and less than or equal to $I_{\Delta n}$.

B.8.2.4.3 Verification of the correct operation in the case of closing on residual current

The test circuit being calibrated at the rated value of the residual operating current $I_{\Delta n}$ (or the specific settings of the residual operating current if applicable, see B.8.2.4), and the switches S_1 and S_2 being closed, the CBR is closed onto the circuit so as to simulate service conditions as closely as possible. The break time measurement test shall be repeated three times.

No measurement shall exceed the limiting value specified for $I_{\Delta n}$ in B.4.2.4.1 or B.4.2.4.2.2, as applicable.

B.8.2.4.4 Verification of the correct operation in the case of sudden appearance of residual current

The test circuit being calibrated at each of the values of the residual operating current I_{Δ} specified in B.4.2.4.1 or B.4.2.4.2.2, as applicable, and the switch S_1 and the CBR being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing switch S_2.

The CBR shall trip during each test.

Three measurements of the break time are made at each value of I_{Δ}. No value shall exceed the relevant limiting value.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.2.4.5 Verification of the limiting non-actuating time of CBRs of the time-delayed type

The test circuit being calibrated at the value of 2 $I_{\Delta n}$, the switch S_1 and the CBR being in the closed position, the residual current is established by closing the switch S_2 and applied for a time equal to the limiting non-actuating time declared by the manufacturer, in accordance with B.4.2.4.2.1.

During each of the three verifications, the CBR shall not trip. If the CBR has an adjustable residual operating current setting and/or an adjustable time delay, the test shall be made, as applicable, at the lowest setting of residual operating current and at the maximum setting of time delay.

B.8.2.5 Tests at the temperature limits

B.8.2.5.1 General

NOTE The upper temperature limit can be the reference temperature.

The temperature limits of this subclause may be extended by agreement between manufacturer and user, in which case tests shall be performed at the agreed temperature limits.

B.8.2.5.2 Off-load test at –5 °C

The CBR shall be placed in a chamber having a stabilized internal temperature within the limits of –7 °C and –5 °C. After reaching thermal steady-state conditions, the CBR is submitted to the tests of B.8.2.4.4 and, if applicable, B.8.2.4.5.

B.8.2.5.3 On-load test at the reference temperature or at +40 °C

The CBR, connected in accordance with Figure B.1, shall be placed in a chamber having a stabilized internal temperature equal to the reference temperature (see 4.7.3) or, in the absence of a reference temperature, equal to 40 °C ± 2 °C. A load current equal to I_n (not indicated on Figure B.1) shall be applied on all phase poles.

After reaching thermal steady-state conditions, the CBR shall be submitted to the tests of B.8.2.4.4 and, where applicable, B.8.2.4.5.

B.8.3 Verification of dielectric properties

CBRs shall comply with 8.3.3.3.

B.8.4 Verification of the operation of the test device at the limits of rated voltage

The verification consists of the following tests:

a) The CBR being supplied with a voltage equal to 1,1 times the highest rated voltage, the test device shall be momentarily actuated 25 times, the CBR being closed again before each operation.

b) Test a) shall be then repeated at 0,85 times the lowest rated voltage, the test device being actuated 3 times instead of 25 times.

c) The CBR being in the closed position and supplied with a voltage equal to 1,1 times the highest rated voltage, the test device shall be actuated and held in the actuated position for 5 s.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

For these tests:

– in the case of CBRs with identified line and load terminals, the supply connections shall be in accordance with the marking;

– in the case of CBRs with unidentified line and load terminals, the supply shall be connected to each set of terminals in turn, or alternatively to both sets of terminals simultaneously.

At each test, the CBR shall operate.

For CBRs having an adjustable residual operating current:

– the lowest setting shall be used for tests a) and c);

– the highest setting shall be used for test b).

For CBRs having an adjustable time delay, the test shall be made at the maximum setting of the time-delay.

NOTE The verification of the endurance of the test device is considered to be covered by the tests of B.8.1.2.1.

B.8.5 Verification of the limiting value of the non-operating current under over-current conditions

The test shall be carried out with a single-phase load, the connections being made in accordance with Figure B.2.

The impedance Z shall be adjusted so as to let a current equal to the lower of the following two values flow in the circuit:

– 6 I_n;

– 80 % of the maximum short-circuit release current setting.

NOTE 1 For the purpose of this current adjustment, the CBR D (see Figure B.2) can be replaced by connections of negligible impedance.

For CBRs with an adjustable residual current setting, the test shall be made at the lowest setting.

CBRs functionally independent of line voltage are tested at any convenient voltage.

CBRs functionally dependent on line voltage are supplied on the line side with their rated voltage (or, if relevant, with a voltage having any value within the range of rated voltages).

The test shall be made at a power factor of 0,5.

The switch S_1, being open, shall be closed and reopened after 2 s. The test shall be repeated three times for each possible combination of the current paths, the interval between successive closing operations being at least 1 min.

The CBR shall not trip.

NOTE 2 The time of 2 s can be reduced (but to not less than the minimum break time) to avoid the risk of tripping by action of the overload release(s) of the CBR.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.6 Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages

B.8.6.1 General

For CBRs with adjustable time delays (see B.3.3.2.2), the time delay shall be set at minimum.

B.8.6.2 Verification of resistance to unwanted tripping in the case of loading of the network capacitance

The CBR shall be tested using a surge current generator capable of delivering a damped oscillatory current as shown in Figure B.4.

An example of the circuit diagram for the connection of the CBR is shown in Figure B.5.

One pole of the CBR chosen at random shall be subjected to 10 applications of the surge current. The polarity of the surge current wave shall be inverted after every two applications. The interval between two consecutive applications shall be approximately 30 s. The current impulse shall be measured by appropriate means and adjusted, using an additional sample CBR of the same type (see B.3.4), to meet the following requirements:

- peak value: 200 A $^{+10}_{0}$ %;
- virtual front time: 0,5 µs ± 30 %;
- period of the following oscillatory wave: 10 µs ± 20 %;
- each successive peak: about 60 % of the preceding peak.

During the tests the CBR shall not trip.

B.8.6.3 Verification of resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current

The CBR shall be tested using a surge current generator capable of delivering an 8/20 µs surge current wave, without reverse polarity, as shown in Figure B.6.

An example of the circuit diagram for the connection of the CBR is shown in Figure B.7

One pole of the CBR, chosen at random, shall be submitted to 10 applications of each of the surge currents listed below. The polarity of the surge current wave shall be inverted after every two applications. The interval between two consecutive applications of surge current shall be approximately 30 s.

The current impulse shall be measured by appropriate means and adjusted, using an additional sample CBR of the same type (see B.3.4), to meet the following requirements:

– peak value: 250 A $^{+10}_{0}$ %, with no tripping and

– 3 000 A $^{+10}_{0}$ %, with tripping allowed;

– virtual front time (T_1): 8 µs ± 10 %;

– virtual time to half value (T_2): 20 µs ± 10 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.6.4 Verification after the tests

After the tests of B.8.6.2 and B.8.6.3, the operation of the CBR shall be verified in accordance with B.8.2.4.4, with one measurement of break time, at $I_{\Delta n}$ only.

B.8.7 Additional verifications for CBRs of types A and B

B.8.7.1 Test conditions

The test conditions of B.8 and B.8.2.1, B.8.2.2 and B.8.2.3 apply, except that the test circuits shall be those shown in Figure B.8 and Figure B.9, as applicable.

B.8.7.2 Verifications

B.8.7.2.1 Verification of the correct operation in the case of a continuous rise of residual pulsating direct current

The test circuit shall be according to Figure B.8. In the case of a CBR with an adjustable time delay (see B.3.3.2.2), the time delay shall be set to minimum.

The auxiliary switches S_1 and S_2 and the CBR D shall be closed. The relevant thyristor shall be controlled in such a manner that current delay angles α of 0°, 90° and 135° are obtained. Each pole of the CBR shall be tested at each of the current delay angles, twice in position I and twice in position II of the auxiliary switch S_3.

At every test, the current, starting from zero, shall be steadily increased at an approximate rate of:

– 1,4 $I_{\Delta n}$ / 30 s for CBRs of $I_{\Delta n}$ ≥ 0,030 A;

– 2 $I_{\Delta n}$ / 30 s for CBRs of $I_{\Delta n}$ < 0,030 A.

The tripping current shall be in accordance with Table B.6.

Table B.6 – Tripping current range for CBRs in the case of an earth fault comprising a d.c. component

Angle α	Tripping current A	
	Lower limit	Upper limit
0°	0,35 $I_{\Delta n}$	2 $I_{\Delta n}$ for $I_{\Delta n}$ < 0,030 A
90°	0,25 $I_{\Delta n}$	or
135°	0,11 $I_{\Delta n}$	1,4 $I_{\Delta n}$ for $I_{\Delta n}$ ≥ 0,030 A

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.7.2.2 Verification of the correct operation in the case of a suddenly appearing residual pulsating direct current

The test shall be performed according to Figure B.8.

The circuit being successively calibrated at the values specified hereafter and the auxiliary switch S_1 and the CBR being in the closed position, the residual current is suddenly established by the closing switch S_2.

NOTE In the case of a CBR functionally dependent on line voltage, classified according to B.3.1.2.2, the control circuit of which is supplied from the line side of the main circuit, this verification does not take into account the time

necessary to energize the CBR. In this case, therefore, the verification is considered as made by establishing the residual current by closing S_1, the CBR under test and S_2 being previously closed.

Four measurements are made at each value of test current at a current delay angle α = 0°, two with the auxiliary switch in position I and two in position II.

For CBRs with $I_{\Delta n}$ ≥ 0,030 A, the test shall be carried out at each value of $I_{\Delta n}$ specified in Table B.1, multiplied by the factor 1,4.

For CBRs with $I_{\Delta n}$ < 0,030 A, the test shall be carried out at each value of $I_{\Delta n}$ specified in Table B.1, multiplied by the factor 2.

No value shall exceed the specified limiting values (see B.7.2.9).

B.8.7.2.3 Verification of the correct operation with load at the reference temperature

The tests of B.8.7.2.1 and B.8.7.2.2 shall be repeated, the pole under test and one other pole of the CBR being loaded with the rated current, this current being established shortly before the test.

NOTE The loading with rated current is not shown in Figure B.8.

B.8.7.2.4 Verification of the correct operation in the case of residual pulsating direct currents superimposed by a smooth direct current of 0,006 A

This test need not be applied to CBRs of type B since it is covered by the test of B.8.8.5.

The CBR shall be tested according to Figure B.9, with a half-wave rectified residual current (current delay angle α = 0°) superimposed by a smooth direct current of 0,006 A.

Each pole of the CBR shall be tested in turn, twice at each of the positions I and II.

For CBRs of $I_{\Delta n}$ ≥ 0,030 A, the half-wave current, starting from zero, being steadily increased at an approximate rate of 1,4 $I_{\Delta n}$ / 30 s, tripping shall occur before the current exceeds a value of 1,4 $I_{\Delta n}$ + 0,006 A.

For CBRs of $I_{\Delta n}$ < 0,030 A, the half-wave current, starting from zero, being steadily increased at an approximate rate of 2 $I_{\Delta n}$ / 30 s, tripping shall occur before the current exceeds a value of 2 $I_{\Delta n}$ + 0,006 A.

B.8.8 Additional verifications for CBRs of type B

B.8.8.1 Verification of the correct operation in the case of a steady increase of composite residual current

The operation of the CBR shall be verified with a composite residual current in accordance with Table B.7. The test set up shall comply with Figure B.14.

The switches S_1 and S_2 and the CBR being in the closed position, the residual current is steadily increased, starting from the value given in Table B.7, so as to attain the upper limit of residual operating current given in Table B.8 within approximately 30 s.

The ratio of the different frequencies shall be maintained from the initial value up to the operating value.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

The test shall be repeated three times through one pole chosen at random. Operating values shall be within the limits of Table B.8.

The test frequency has a tolerance of ± 2 %.

Table B.7 – Composite test current definition and starting current value

Frequency component values of composite starting current			Resulting composite current starting value (r.m.s.)
I at rated frequency	I 1 kHz	I F motor (10 Hz)	I_Δ
0,138 $I_{\Delta n}$	0,138 $I_{\Delta n}$	0,035 $I_{\Delta n}$	0,2 $I_{\Delta n}$
NOTE 1 $I_{\Delta n}$ corresponds to the rated residual operating current of the device at the rated frequency. NOTE 2 For the test purposes, the values of 10 Hz and 1 kHz have been used for the output and clock frequency, respectively, representing the most severe condition.			

Table B.8 – Operating current range for composite residual current

Operating current (r.m.s.)	
Lower limit	Upper limit
0,5 $I_{\Delta n}$	1,4 $I_{\Delta n}$

B.8.8.2 Verification of the correct operation in the case of sudden appearance of composite residual current

Tests are carried out to verify the break time of the CBR, the test current being calibrated at 5 times the upper limit value given in Table B.8.

The test shall be performed according to Figure B.14.

The switch S_1 and the CBR being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the switch S_2.

Three measurements of the break time are made.

For non-time-delayed type CBRs, the break times shall be less than 0,04 s.

For time-delayed type the break time shall comply with Table B.2 or the value declared by the manufacturer for 5 $I_{\Delta n}$, as applicable.

Time-delayed CBRs shall additionally be tested to verify the non-actuating time, the test current being suddenly established by closing the switch S_2 for a duration of 0,06 s or the value of the non-actuating time declared by the manufacturer, as applicable, with a tolerance of $^{0}_{-5}$ %.

Three tests are made, at an interval of at least 1 min. The CBR shall not trip during any of the tests.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.8.3 Verification of the correct operation in the case of residual sinusoidal alternating currents up to 1 000 Hz

The test shall be performed according to Figure B.14.

The test is run in two steps; a first step a) to verify the tripping current, and a second step b) to verify the break time.

a) The switches S_1 and S_2 and the CBR being in the closed position, the residual current is steadily increased, starting from a value not higher than 0,2 $I_{\Delta n}$, so as to attain the value of residual operating current given in Table B.9 within approximately 30 s, the tripping current being measured.

   The test shall be carried out on one pole taken at random at each frequency given in Table B.9 and repeated five times; the tripping values shall be in compliance with Table B.9.

b) The test circuit being calibrated at the residual operating current corresponding to 1 000 Hz according to Table B.9, the switch S_1 and the CBR being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the switch S_2.

   Two measurements of the break time are made on one pole chosen at random.

   For the non-time-delay type, the maximum break time shall not exceed 0,3 s.

   For the time delayed type, the maximum break time shall not exceed 0,5 s or the value declared by the manufacturer for $I_{\Delta n}$, as applicable.

Table B.9 – Operating limits for residual sinusoidal alternating currents up to 1 000 Hz

Frequency Hz	Residual non-operating current	Residual operating current
150	0,5 $I_{\Delta n}$	2,4 $I_{\Delta n}$ [a]
400	0,5 $I_{\Delta n}$	6 $I_{\Delta n}$ [a]
1 000	$I_{\Delta n}$	14 $I_{\Delta n}$ [a b]

[a] These values are derived from ventricular fibrillation protection according to IEC 60479-1 in combination with the frequency factor for ventricular fibrillation according to IEC 60479-2.

[b] IEC 60479-2 gives no factors for frequencies above 1 kHz.

B.8.8.4 Verification of the correct operation in the case of a residual alternating current superimposed by a residual smooth direct current

The test shall be performed according to Figure B.10.

The switches S_1 and S_2 and the CBR being in the closed position, the residual smooth direct current shall be applied through one pole chosen at random and shall be adjusted to 0,4 $I_{\Delta n}$ or 10 mA, whichever is the highest value.

The residual alternating current of the rated frequency shall be applied to another pole chosen at random and is steadily increased, starting from a value not higher than 0,2 $I_{\Delta n}$, so as to attain the value of $I_{\Delta n}$ within approximately 30 s, the tripping current being measured.

The CBR shall be tested twice at each of the positions I and II of S_3.

The alternating tripping current shall be equal or lower than $I_{\Delta n}$.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.8.5 Verification of the correct operation in the case of a residual pulsating direct current superimposed by a residual smooth direct current

The test shall be performed in accordance with Figure B.9.

The switches S_1 and S_2 and the CBR being in the closed position, the residual smooth direct current shall be applied through one pole chosen at random and shall be adjusted to 0,4 $I_{\Delta n}$ or 10 mA whichever is the highest value.

The residual pulsating direct current shall be applied to another pole chosen at random with a current delay angle α of 0° and is steadily increased, starting from a value not higher than 0,2 $I_{\Delta n}$, so as to attain the value of 1,4 $I_{\Delta n}$ for CBRs with $I_{\Delta n}$ ≥ 0,030 A or 2 $I_{\Delta n}$ for CBRs with $I_{\Delta n}$ < 0,030 A within approximately 30 s, the tripping current being measured.

The CBR shall be tested twice at each of the positions I and II of S_3.

The CBR shall trip before the residual pulsating direct current exceeds a value of 1,4 $I_{\Delta n}$ for CBRs with $I_{\Delta n}$ ≥ 0,030 A or 2 $I_{\Delta n}$ for CBRs with $I_{\Delta n}$ < 0,030 A.

B.8.8.6 Verification of the correct operation in the case of residual direct currents that can result from rectifying circuits supplied from two phases

The test shall be performed in accordance with Figure B.11.

The test is run in two steps; a first step a) to verify the tripping current, and a second step b) to verify the break time.

a) The switches S_1 and S_2 and the CBR being in the closed position, the residual pulsating direct current is steadily increased, starting from a value not higher than 0,2 $I_{\Delta n}$, so as to attain the value of 2 $I_{\Delta n}$ within approximately 30 s, the tripping current being measured.

   The CBR shall be connected to the test circuit at two line terminals chosen at random.

   The CBR shall be tested five times at each of the positions I and II of S_3.

   The CBR shall trip within the limits of 0,5 $I_{\Delta n}$ to 2 $I_{\Delta n}$.

b) The test circuit being successively calibrated at 2 times each current value given in Table B.1, the switch S_1 and the CBR being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the switch S_2.

   With the CBR connected at two line terminals chosen at random, five measurements of the break time are made at each of these values of residual current given in Table B.1 at each position I and II of S_3.

   The break times shall be in compliance with B.4.2.4.

B.8.8.7 Verification of the correct operation in the case of residual direct currents that can result from rectifying circuits supplied from three phases

This test does not apply to 2-pole type B CBRs.

The test shall be performed in accordance with Figure B.12.

The test is run in two steps; a first step a) to verify the tripping current, and a second step b) to verify the break time.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

a) The switches S_1 and S_2 and the CBR being in the closed position, the residual pulsating direct current is steadily increased, starting from a value not higher than 0,2 $I_{\Delta n}$, so as to attain the value of 2 $I_{\Delta n}$ within approximately 30 s, the tripping current being measured.

The CBR shall be tested five times at each of the positions I and II of S_3.

The CBR shall trip within the limits of 0,5 $I_{\Delta n}$ to 2 $I_{\Delta n}$.

b) The test circuit being successively calibrated at 2 times each current value given in Table B.1, the switch S_1 and the CBR being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the switch S_2.

Five measurements of the break time are made at each of these values of residual current at each position I and II of S_3.

The break times shall be in compliance with B.4.2.4.

B.8.8.8 Verification of the correct operation in the case of residual smooth direct current

B.8.8.8.1 Verification of the correct operation in the case of residual smooth direct current without load

The test shall be performed according to Figure B.13.

The test is run in two steps; a first step a) to verify the tripping current, and a second step b) to verify the break time.

a) The switches S_1 and S_2 and the CBR being in the closed position, the residual smooth direct current is steadily increased, starting from a value not higher than 0,2 $I_{\Delta n}$, trying to attain the value of 2 $I_{\Delta n}$ within 30 s, the tripping current being measured.

One pole of the CBR, chosen at random and exemplified in Figure B.14, shall be tested twice at each position I and II of S_3.

The CBR shall trip within the limits of 0,5 $I_{\Delta n}$ to 2 $I_{\Delta n}$.

b) The test circuit being successively calibrated at 2 times each residual operating current value given in Table B.1, the switch S_1 and the CBR being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the switch S_2. The switch S_3 shall be in position I or II chosen at random.

Two measurements of the break time are made on one pole chosen at random at each test current.

The break times shall be in compliance with B.4.2.4.

B.8.8.8.2 Verification of the correct operation in the case of residual smooth direct current with load

The test of B.8.8.8.1 a) shall be repeated, the CBR being loaded with the rated current as in normal service for a sufficient time so as to reach thermal steady-state conditions.

NOTE The loading with rated current is not shown in Figure B.13.

B.8.8.9 Tests at the temperature limits

The CBR shall perform the tests specified in B.8.8.6 b), B.8.8.7 b) and B.8.8.8.1 b) under the following conditions, successively:

a) ambient air temperature: −5 °C, without load;

b) ambient air temperature: +40 °C, the CBR having been previously loaded with the rated current, until it has attained thermal steady-state conditions. In practice these conditions

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

are reached when the variation of temperature-rise, measured at one of the main terminals, does not exceed 1 K per hour. The loading of the main circuit may be carried out at reduced voltage but the power supply of the residual current function, for a CBR functionally dependent on line voltage, shall be connected to its maximum rated voltage – see also B.8.2.3.

In the case of CBRs having multiple settings of residual operating current, the tests are made at the minimum and maximum settings.

B.8.8.10 Test of three- and four-pole CBRs supplied between two phase poles only

Additionally, the tests of B.8.8.3 and B.8.8.8.1 are repeated, the CBR being supplied between two phase poles chosen at random.

B.8.9 Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.1

B.8.9.1 General

For CBRs having an adjustable residual operating current, the test shall be carried out at the lowest setting.

For CBRs with an adjustable time delay, the test shall be carried out at any one of the time-delay settings.

B.8.9.2 Determination of the limiting value of the line voltage

A voltage equal to the rated voltage shall be applied to the line terminals of the CBR and shall be then progressively lowered to zero over a time period corresponding to the longer of the two values given hereinafter until automatic opening occurs:

– about 30 s;

– a period long enough with respect to the delayed opening of the CBR, if any (see B.7.2.12).

The corresponding voltage is measured.

Three measurements are made. All the values shall be less than 0,85 times the minimum rated voltage of the CBR.

Following these measurements, it shall be verified that the CBR trips when a residual current equal to $I_{\Delta n}$ is applied, the applied voltage being just above the highest value measured.

It shall then be verified that, for any value of voltage less than the lowest value measured, it is not possible to close the CBR by manual operating means.

B.8.9.3 Verification of the automatic opening in the case of failure of the line voltage

The CBR being closed, a voltage equal to its rated voltage, or, in the case of a range of rated voltages, any one of the rated voltages shall be applied to its line terminals. The voltage is then switched off. The CBR shall trip. The time interval between the switching off and the opening of the main contacts is measured.

Three measurements are made:

a) for CBRs opening without a delay (see B.7.2.12), no value shall exceed 0,2 s;

b) for CBRs opening with a delay, the maximum and minimum values shall be situated within the range stated by the manufacturer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.10 Verification of the behaviour of CBRs functionally dependent on line voltage classified under B.3.1.2.2

B.8.10.1 General

For CBRs having an adjustable residual operating current, the test shall be carried out at the lowest setting.

For CBRs having an adjustable time-delay, the test shall be carried out at any one of the time-delay settings.

B.8.10.2 Case of loss of one phase in a 3-phase system (for 3-pole and 4-pole CBRs)

The CBR shall be connected according to Figure B.3 and shall be supplied on the line side at 0,85 times the rated voltage, or, in the case of a range of rated voltages, at 0,85 times the lowest value of rated voltage.

One phase is then switched off by opening switch S_4; the CBR shall be then submitted to the test of B.8.2.4.4. The switch S_4 being closed again, a further test shall be made by opening switch S_5; the CBR shall be then submitted to the test of B.8.2.4.4.

This test procedure shall be repeated by connecting the adjustable resistor *R* to each of the other two phases in turn.

B.8.10.3 Case of voltage drop due to an overcurrent resulting from a low-impedance fault to earth

The CBR shall be connected in accordance with Figure B.3 and shall be supplied on the line side with the rated voltage or, in the case of a range of rated voltages, with the lowest rated voltage.

The supply is then switched off by opening S_1. The CBR shall not trip.

S_1 is then reclosed and the voltage is reduced as follows:

a) for CBRs for use with a three-phase supply: to 70 % of the lowest rated voltage;
b) for CBRs for use with a single-phase supply: to 85 V applied as follows:
   – for single-pole and two-pole CBRs: between poles;
   – for three-pole and four-pole CBRs, declared as suitable for use with a single-phase supply (see B.5): between each combination of two poles, connected according to the manufacturer's specifications.

NOTE For the purpose of this annex, a single-pole CBR is a device with one overcurrent protected pole and an uninterrupted neutral (two current paths).

A current of value $I_{\Delta n}$ shall be then applied to a) and/or b), as applicable. The CBR shall trip.

B.8.11 Verification of the residual short-circuit making and breaking capacity

B.8.11.1 General

This test is intended to verify the ability of the CBR to make, to carry for a specified time and to break residual short-circuit currents.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.11.2 Test conditions

The CBR shall be tested according to the general test conditions specified in 8.3.2.6, using Figure 9 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, but connected in such a manner that the short-circuit current is a residual current.

The test shall be carried out at phase to neutral voltage on one pole only which shall not be the neutral pole. The current paths that do not have to carry the residual short-circuit current are connected to the supply voltage at their line terminals.

Where applicable, the CBR shall be adjusted at the lowest setting of residual operating current and at the maximum setting of the time delay.

If the CBR has more than one value of I_{cu}, each one having a corresponding value of $I_{\Delta m}$, the test shall be made at the maximum value of $I_{\Delta m}$, at the corresponding phase-to-neutral voltage.

B.8.11.3 Test procedure

The sequence of operations to be performed is:

O – *t* – CO

B.8.11.4 Conditions of the CBR after test

Following the test of B.8.11.3, the CBR shall comply with the following requirements:

a) the CBR shall show no damage likely to impair its further use and shall be capable, without maintenance, of:
   - withstanding a voltage equal to twice its maximum rated operational voltage, under the conditions of 8.3.3.4.1 item 4) of IEC 60947-1:2007. For the purposes of this document, circuits incorporating solid-state devices shall be disconnected for the tests;
   - making and breaking its rated current at its maximum rated operational voltage.

b) the CBR shall be capable of performing satisfactorily the tests specified in B.8.2.4.4, but at a value of 1,25 $I_{\Delta n}$ and without measurement of break time. The test shall be made on any one pole, taken at random.

   If the CBR has an adjustable residual operating current, the test shall be made at the lowest setting, at a current of a value of 1,25 times that setting.

c) where applicable, the CBR shall also be submitted to the test of B.8.2.4.5.

d) CBRs functionally dependent on line voltage shall also satisfy the tests of B.8.9 or B.8.10, as applicable.

e) CBRs of type B shall trip with a test current of 2,5 $I_{\Delta n}$ with smooth direct current. One test only is made without measurement of break time.

B.8.12 Verification of the effects of environmental conditions

The test shall be carried out in accordance with IEC 60068-2-30.

The upper temperature shall be 55 °C ± 2 °C (variant 1) and the number of cycles shall be:

– 6 for $I_{\Delta n} > 1$ A;

– 28 for $I_{\Delta n} \leq 1$ A.

The 28 cycles test shall be applied to CBRs having multiple settings of residual operating current when one of the possible settings is ≤ 1 A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

At the end of the cycles, the CBR shall be capable of complying with the tests of B.8.2.4.4, but with a residual test current of 1,25 $I_{\Delta n}$ and without measurement of break time. Only one verification needs to be carried out.

Where applicable, the CBR shall also comply with the test of B.8.2.4.5. Only one verification needs to be carried out.

CBRs of type B shall trip with a test current of 2,5 $I_{\Delta n}$ with smooth direct current. One test only is made without measurement of break time.

B.8.13 Verification of electromagnetic compatibility

B.8.13.1 Immunity tests

B.8.13.1.1 General

Annex J applies with the following additional requirements.

For CBRs with adjustable settings of residual operating current and/or time delay, the tests shall be carried out at the lowest of these settings.

The CBR shall be supplied at the rated operational voltage, or, in the case of a range of rated operational voltages, at any convenient voltage within this range.

The tests are performed without load current but with the residual current, when specified.

The results of immunity tests shall be evaluated on the basis of the performance criteria given in J.2.1, with the following specifications:

Performance criterion A:

For step 1, the CBR shall not trip, when loaded at 0,3 $I_{\Delta n}$ on one pole chosen at random; the monitoring functions, if any, shall correctly indicate the status.

For step 2, the CBR shall trip at each test frequency, when loaded at 1,25 $I_{\Delta n}$; the dwell time at each frequency shall be not less than the maximum break time specified for $I_{\Delta n}$ in B.4.2.4.1 or B.4.2.4.2, as applicable.

Following these tests, the correct operation of the CBR shall be verified in the case of the sudden appearance of a residual current, in accordance with B.8.2.4.4, but at $I_{\Delta n}$ only.

CBRs of type B shall trip with a test current of 2,5 $I_{\Delta n}$ with smooth direct current. One test only is made without measurement of break time.

Performance criterion B:

During the test, the CBR shall not trip, when loaded at 0,3 $I_{\Delta n}$ on one pole chosen at random; the monitoring functions, if any, may be temporarily affected.

Following the test, the correct operation of the CBR shall be verified in the case of the sudden appearance of a residual current, according to B.8.2.4.4, but at $I_{\Delta n}$ only.

CBRs of type B shall trip with a test current of 2,5 $I_{\Delta n}$ with smooth direct current. One test only is made without measurement of break time.

B.8.13.1.2 Electrostatic discharges

Annex J applies, in particular J.2.2.

The test set-up shall be in accordance with Figure J.1 and Figure J.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Performance criterion B applies except that during the test, the CBR can trip. If this is the case, a further test shall be carried out at the immediate lower level, and the CBR shall not trip.

B.8.13.1.3 Radiated RF electromagnetic fields

Annex J applies, in particular J.2.3.

The test set-up shall be in accordance with Figure J.4.

The test connections shall be in accordance with Figure 5 or Figure 6 of IEC 61000-4-3:2006, as applicable, taking into consideration the manufacturer's instructions for installation. The type of cable used shall be stated in the test report.

Performance criterion A applies.

B.8.13.1.4 Electrical fast transients/bursts (EFT/B)

Annex J applies, in particular J.2.4.

The test connections shall be in accordance with Figure 4 of IEC 61000-4-4:2012.

The test set-up shall be in accordance with Figure J.5 for testing power lines and with Figure J.6 for testing signal lines, taking into consideration the manufacturer's instructions for installation.

Performance criterion B applies.

B.8.13.1.5 Surges

Annex J applies, in particular J.2.5.

The test conditions of 7.2 of IEC 61000-4-5:2014 apply.

For convenience, the mounting specified in B.8.13.1.4 may be used but the use of the ground reference plane is optional.

The test connections shall be in accordance with Figures 6, 7, 8 or 9 of IEC 61000-4-5:2014, taking into consideration the manufacturer's instructions for installation.

Performance criterion B applies.

B.8.13.1.6 Conducted disturbances induced by RF fields (common mode)

Annex J applies, in particular J.2.6.

Performance criterion A applies.

B.8.13.2 Emission tests

B.8.13.2.1 General

Annex J applies with the following additional requirements.

The CBR shall be supplied at the rated operational voltage, or, in the case of a range of rated operational voltages, at any convenient voltage within this range.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tests shall be carried out without load current and without residual current.

B.8.13.2.2 Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)

Annex J applies, in particular J.3.2.

B.8.13.2.3 Radiated RF disturbances (30 MHz to 1 000 MHz)

Annex J applies, in particular J.3.3.

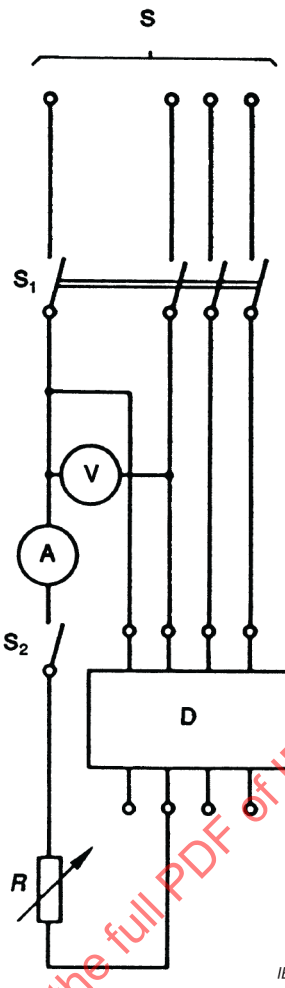
B.8.14 Test for variations or interruptions of voltage and for voltage dips

NOTE For definition of voltage dips, see IEC 61000-4-11.

The relevant tests of B.8.8 and B.8.10 are considered adequate to cover the EMC requirements.

No additional tests are therefore required.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Key

S supply

V voltmeter

A ammeter

S_1 multi-pole switch

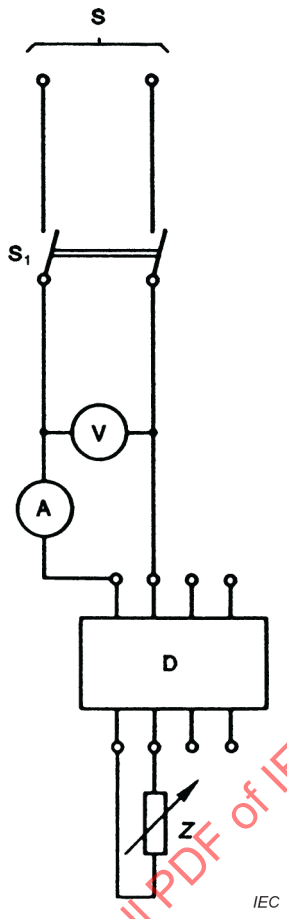
S_2 single-pole switch

D CBR under test

R adjustable resistor

Figure B.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic (see B.8.2)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

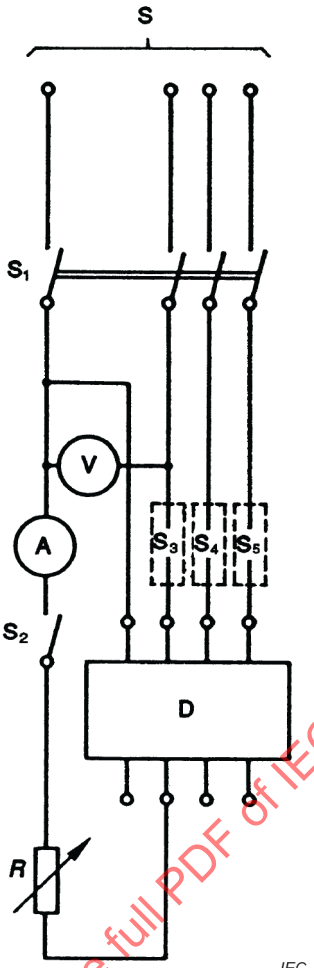


Key

S	supply	D	CBR under test
V	voltmeter	*Z*	adjustable impedance
A	ammeter	S_1	two-pole switch

Figure B.2 – Test circuit for the verification of the limiting value of the non-operating current under over-current conditions (see B.8.5)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Key

S	supply	S_2	single-pole switch
V	voltmeter	S_3, S_4, S_5	single-pole switches opening one phase in turn
A	ammeter	D	CBR under test
S_1	multi-pole switch	*R*	adjustable resistor

Figure B.3 – Test circuit for the verification of the behaviour of CBRs classified under B.3.1.2.2 (see B.8.10)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

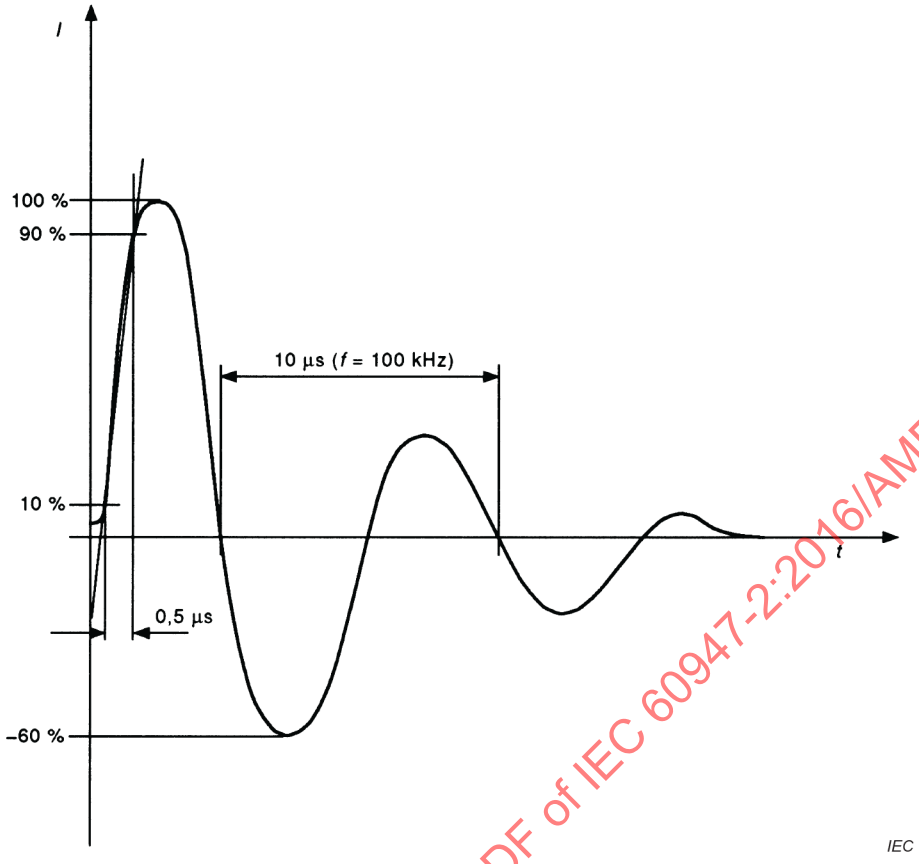
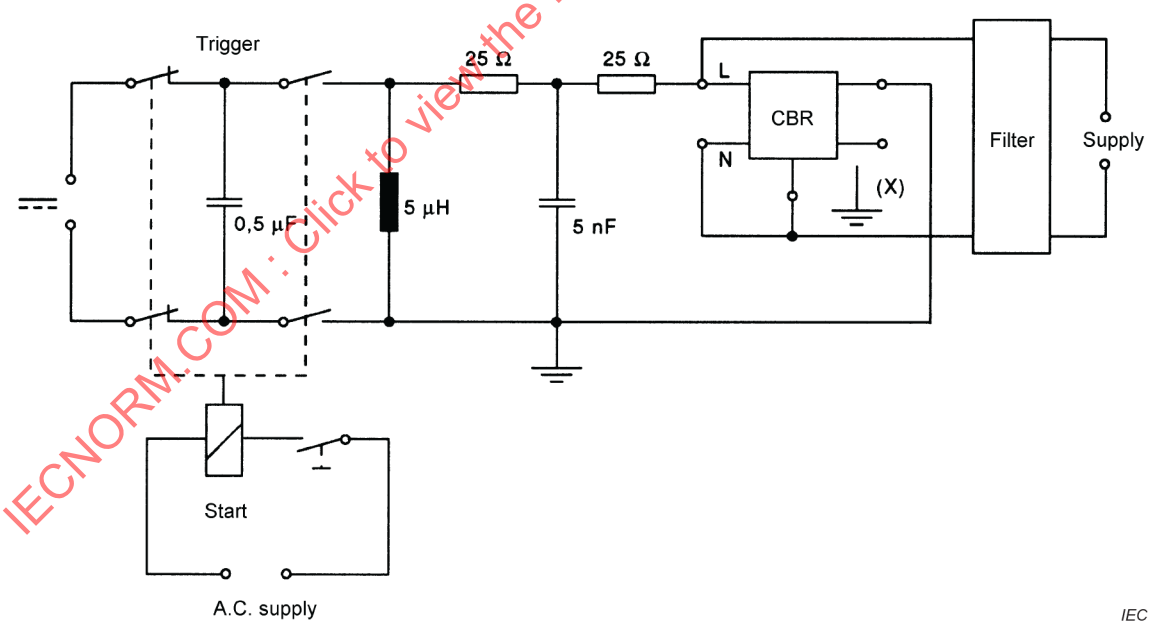


Figure B.4 – Current ring wave 0,5 µs/100 kHz



(X) Earthing terminal, if provided, to be connected to the neutral terminal, if so marked or in the absence of such marking, to any phase terminal.

The circuit component values are given for guidance only and may require adjustment to comply with the wave shape requirements of Figure B.4.

Figure B.5 – Example of a test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

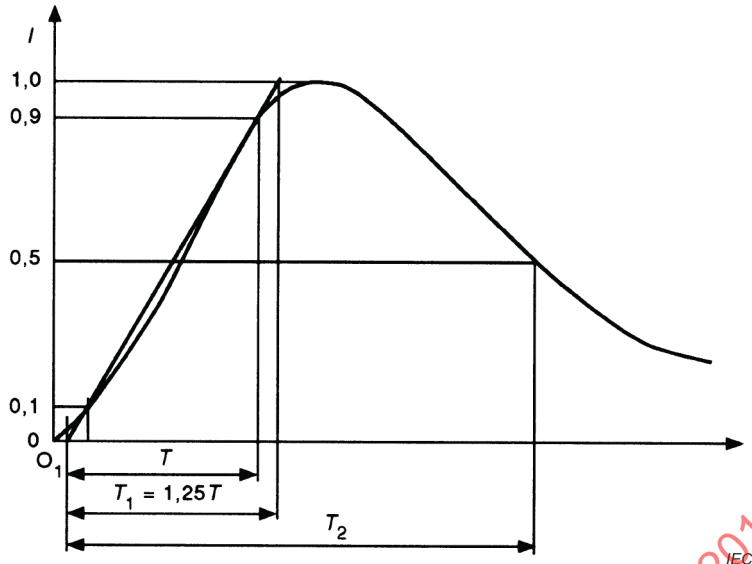
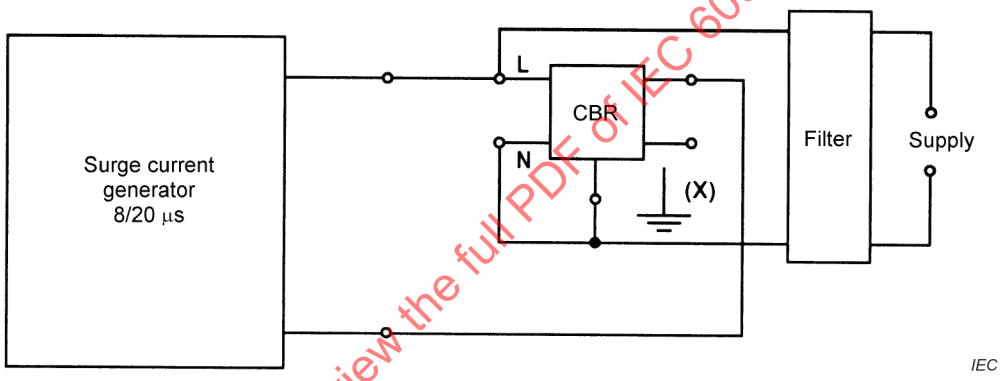


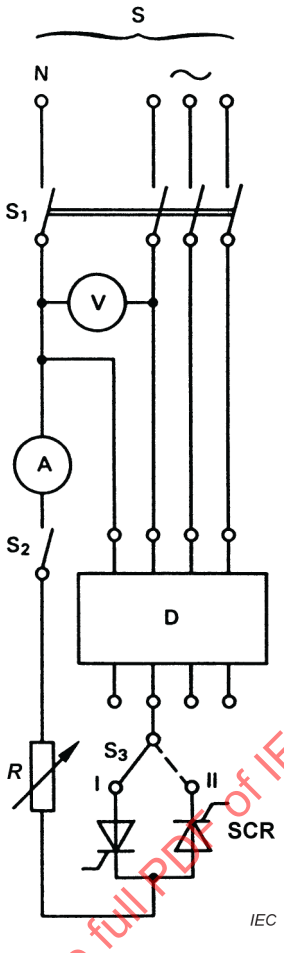
Figure B.6 – Surge current wave 8/20 µs



(X) Earthing terminal, if provided, to be connected to the neutral terminal, if so marked or in the absence of such marking, to any phase terminal.

Figure B.7 – Test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Key

S supply

V voltmeter

A ammeter

D CBR under test

SCR thyristors

R adjustable resistor

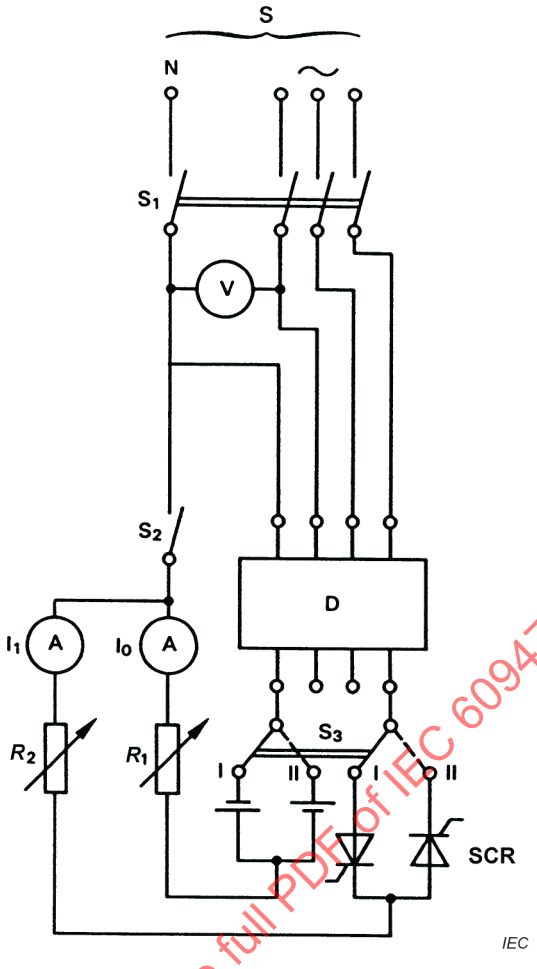
S_1 multi-pole switch

S_2 single-pole switch

S_3 two-way switch

Figure B.8 – Test circuit for the verification of the correct operation of CBRs, in the case of residual pulsating direct currents

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

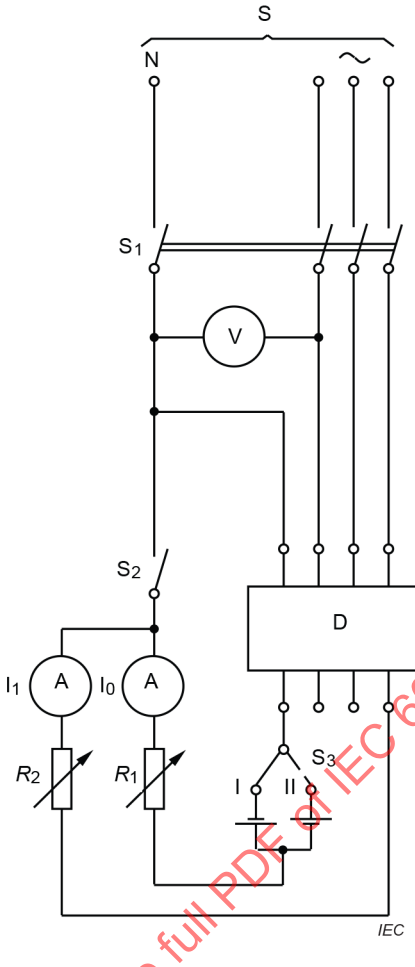


Key

S	supply	R_1, R_2	adjustable resistors
V	voltmeter	S_1	multi-pole switch
A	ammeter	S_2	single-pole switch
D	CBR under test	S_3	two-way switch
SCR	thyristors		

Figure B.9 – Test circuit for residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct current

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

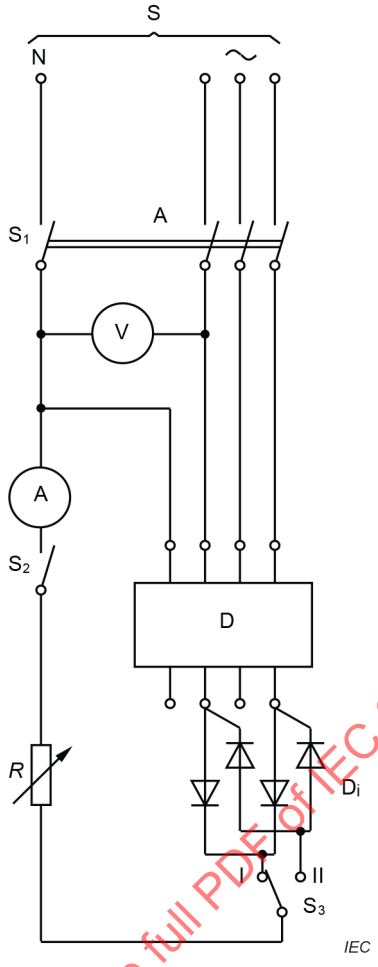


Key

S	supply	R_1, R_2	adjustable resistors
V	voltmeter	S_1	multi-pole switch
A	ammeter	S_2	single-pole switch
D	CBR under test	S_3	two-way switch

Figure B.10 – Test circuit for residual alternating currents superimposed by a smooth direct current

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Key

Point A supply by 2 phases chosen at random

S supply

V voltmeter

A ammeter

D CBR under test

D_i diodes

R adjustable resistor

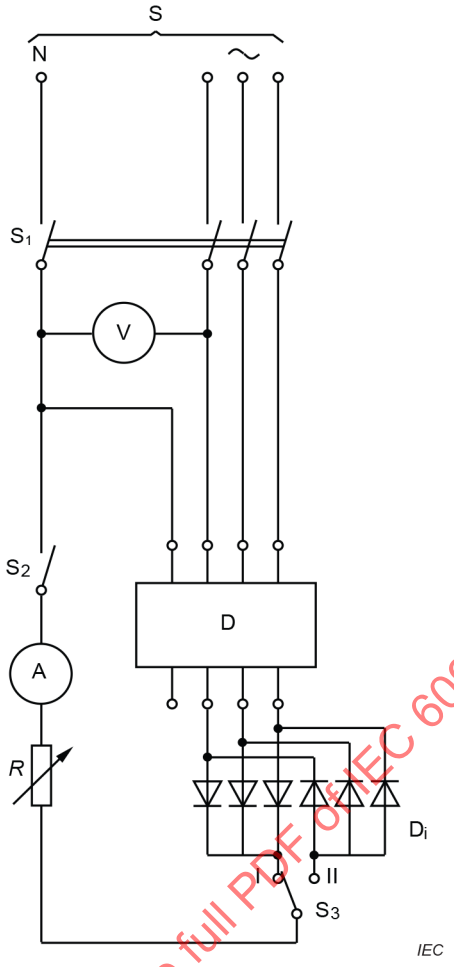
S_1 multi-pole switch

S_2 single-pole switch

S_3 two-way switch

Figure B.11 – Test circuit for residual pulsating direct currents which can result from rectifying circuits supplied from two phases

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

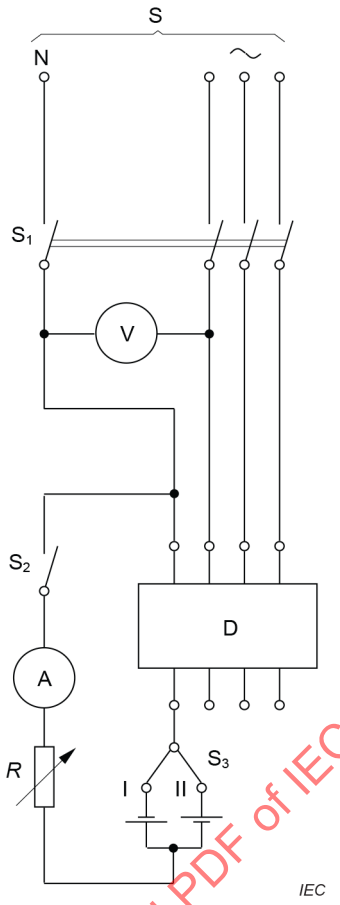


Key

S supply
V voltmeter
A ammeter
D CBR under test
D_i diodes
R adjustable resistors
S_1 multi-pole switch
S_2 single-pole switch
S_3 two-way switch

Figure B.12 – Test circuit for residual pulsating direct currents which can result from rectifying circuits supplied from three phases

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

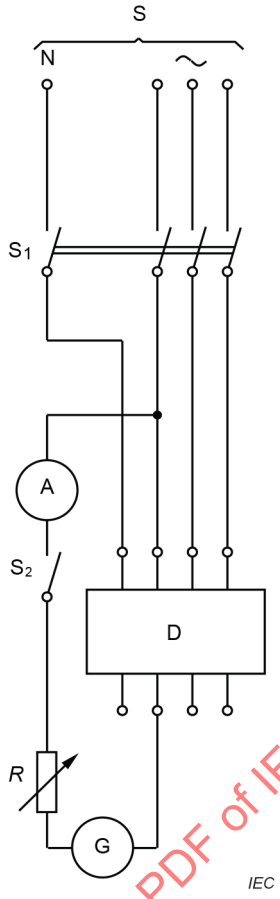


Key

S	supply	*R*	adjustable resistor
V	voltmeter	S_1	multi-pole switch
A	ammeter	S_2	single-pole switch
D	CBR under test	S_3	two-way switch

Figure B.13 – Test circuit for residual smooth direct current

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Key

S	supply	*R*	adjustable resistor
A	ammeter	S_1	multi-pole switch
D	CBR under test	S_2	single-pole switch
G	generator		

Figure B.14 – Test circuit for composite residual currents, and residual sinusoidal alternating current up to 1 000 Hz

Annex D – Vacant

Replace title and text by the following new Annex D:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Annex D
(normative)

Additional requirements for circuit-breakers intended for connection of aluminium conductors

D.1 General

The purpose of this annex is to address the need of connecting aluminium conductors, as an alternative to copper, by specifying appropriate tests and other requirements while maintaining safety and performance.

This annex specifies the requirements for use of solid and stranded aluminium conductors and aluminium busbars with circuit-breakers within the scope of this document, as follows:

a) aluminium test conductors that are equivalent to, and can be used as an alternative to, the copper conductors given in Tables 9, 10 and 11 of IEC 60947-1:2007 for terminals as depicted in Figures D.1, D.2, D.3, D.4, D.5 (including busbars) and D.6 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 or similar clamping units;

b) method for verifying the means of connecting aluminium conductors, as used in normal service for terminals as depicted in Figures D.1, D.2, D.3, D.4 and D.6 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 or similar clamping units. Testing of lug terminals depicted in Figure D.5 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 is covered by IEC 61238-1 (all parts).

Terminals covered by this annex may be an integral part of the circuit-breaker or may be provided as an accessory.

NOTE The term “terminal” used in this annex is equivalent to the term “clamping unit” used in IEC 60947-1.

Screwless terminals as depicted in Figure D.7 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and connection of flexible aluminium conductors are not covered by this annex. Terminating aluminium and copper conductors in one clamping unit at the same time is not covered by this annex.

D.2 Terms and definitions

Clause 2 applies with the following additions:

D.2.1
reference conductor
continuous length of the same type and size conductor as that used in the terminal unit under test and connected in the same series circuit to enable the reference temperature and, if required, reference resistance to be determined

D.2.2
equalizer
arrangement used in the test loop to ensure an equipotential point and a uniform current density in a stranded conductor, without adversely affecting the temperature of the conductor(s)

D.2.3
stability factor
Sf
measure of temperature stability of a terminal unit during the current cycling test

Note 1 to entry: Definitions for different types of terminals can be found in Annex D of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

D.3 Classification

Clause 3 applies with the following additions:

According to the conductor connection:

– for use with copper only, or
– for use with either copper or aluminium, or
– for use with aluminium only.

D.4 Characteristics

Clause 4 applies.

D.5 Product information

D.5.1 Nature of information

Subclause 5.1 applies.

D.5.2 Marking

Subclause 5.2 applies with the following addition:

The suitability of the terminal for use with aluminium conductors only (Al) or copper and aluminium conductors (Cu/Al) shall be marked on the circuit-breaker or the circuit-breaker terminals, or in the manufacturer's literature, as appropriate. When the marking is on the circuit-breaker or terminals, the abbreviations 'AL' and 'CU/AL' may also be used.

If the rated current of the terminals is lower than the rated current of the circuit-breaker, it shall be marked on the circuit-breaker or the circuit-breaker terminals, or in the manufacturer literature, as appropriate.

D.5.3 Instructions for installation, operation and maintenance

Subclause 5.3 applies with the following addition:

Manufacturer's literature may include recommended installation practices, such as:

(i) after removal of the conductor insulation and prior to termination, the aluminium conductor shall be cleaned by wire brushing the aluminium followed by application of an anti-oxidant compound to limit oxidization of the aluminium;

(ii) treatment of the busbar at the termination points, by wire brushing the aluminium followed by the application of an anti-oxidant compound or by use of an electrically conductive coating such as tin.;

(iii) use of specific hardware for termination.

D.6 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 applies.

D.7 Constructional and performance requirements

Clause 7 applies with the following addition:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Clamping units intended for use with aluminum conductor(s) shall be treated with an electrically conductive coating such as tin, or alternative means that will inhibit corrosion due to difference in electrochemical series.

The manufacturer shall specify whether the terminals are suitable for stranded, solid or both types of conductors. Performance tests shall be carried out with all conductor types specified by the manufacturer.

Aluminium conductor sizes for different currents given in Table D.7 and in Table D.8 correspond to copper conductor sizes given in Table 9, Table 10 and Table 11 of IEC 60947-1:2007.

NOTE The conductor sizes have been derived from IEC 60898-1, UL 486E and IS 13947-1.

D.8 Tests

D.8.1 General

The tests shall be performed with aluminium conductors having a cross-section as given in Table D.7, corresponding to the lower of either the rated current of the device or the rated current of the terminals.

The aluminium cable to be used shall be single core, with black insulation, with electrical and mechanical properties complying with IEC 60228.

Class A aluminium alloy grade 1350, as referred to in IEC 61545, shall be used for testing purposes.

NOTE 1 Grade 1350 aluminium is generally considered to be the worst case and its use for testing is consistent with UL 486 standards.

NOTE 2 Requirements for terminals acceptable for use with sector-shaped conductors are under consideration.

The following tests shall be carried out on either the product or the terminal specimen to be used in the final product as specified in Table D.1 below. Each specimen comprises a pair of terminals and a conductor part.

Table D.1 – List of tests for terminal connections[a] with aluminium cables

Test		Subclause	Tested on	Number of units
Current cycling test		D.8.2	Terminal specimen	4 specimens
Mechanical properties of terminals	Flexion test	D.8.3.1	Circuit-breaker	As per 8.2.4.3 of IEC 60947-1: 2007/AMD1:2010
	Pull-out test	D.8.3.2		As per 8.2.4.4 of IEC 60947-1: 2007/AMD1:2010
Insertion test		D.8.4	Circuit-breaker	As per 8.2.4.5 of IEC 60947-1: 2007/AMD1:2010

[a] Type of connection limited to clamping unit types of Figure D.1, D.2, D.3, D.4 and D.6 as per Annex D of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010.

D.8.2 Current cycling test

D.8.2.1 General

The intent of this test is to verify the stability of the terminal by comparing the temperature performance with that of the reference conductor under current cycling conditions. This test shall be carried out on terminals alone, not on the circuit-breaker.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

D.8.2.2 Preparation

The test shall be performed on four specimens, each one made by a couple of terminals, assembled in a manner which represents the use of the terminals in the circuit-breaker. The terminals that have been removed from the product shall be attached to conducting parts of the same cross-section, shape, metal and finish as those on which they are mounted on the product. The conducting part shall not exceed:

(i) three times the length of the terminal,

(ii) the width of the terminal

as shown in Figure D.2. The terminals shall be fixed to the conductor part(s) in the same manner (position, torque, etc.) as on the product.

To avoid excessive oxidation of the conductor and ensure proper connection, a sufficient length of insulation shall be removed immediately prior (without any intentional delay) to installation.

The wire shall be positioned so that 6 mm to 13 mm of the bare conductor is exposed between the wire-entry face of the terminal and the beginning of the insulation. There shall be no mechanical removal or chemical treatment of any oxide on the surface of the conductor entering the terminal, unless it is explicitly required by the manufacturer's instructions, in which case it shall be stated in the test report.

D.8.2.3 Test arrangement

The general arrangement of the samples shall be as shown in Figure D.1.

The test shall be carried out with conductors in accordance with Table D.7, specifying the equivalent cross-section of aluminium conductors.

The length of the test conductor from the point of entry to the terminal specimens to the equalizer shall be as in Table D.2.

Test conductors shall be connected in series with a reference conductor of the same cross-section. The length of the reference conductor shall be approximately twice the length of the test conductor.

90 % of the value of torque stated by the manufacturer or, if not stated, selected in Table 4 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014, shall be used to connect the aluminium cables to the terminal specimens.

Each free end of the test and reference conductor(s) not connected to a terminal specimen shall be welded or brazed to a short length of equalizer of cross section not greater than that given in Table D.3. All strands of the conductor shall be welded or brazed to make an electrical connection with the equalizer. As an alternative, tool-applied compression type terminations without welding or brazing may be used for the equalizer if acceptable to the manufacturer.

For a wiring terminal of a piece of equipment intended for paralleling conductors, the hole spacing pattern in the equalizer shall be identical to the hole spacing pattern of the wiring terminal of the piece of equipment.

The distance between the test and reference conductors shall be at least 150 mm.

The test specimen shall be suspended either horizontally or vertically in free air by supporting the equalizer by non-conductive supports so as to minimize the tensile load on the terminals. Thermal barriers shall be installed mid- way between the conductors and shall

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

extend 25 mm ± 5 mm widthways and 150 mm ± 10 mm lengthways beyond the terminals (see Figure D.1). Thermal barriers are not required provided the specimens are separated by at least 450 mm. The specimens shall be located at least 600 mm from the floor, wall or ceiling.

The test specimens shall be located in a substantially vibration-free and draught-free environment and at an ambient air temperature between 15 °C and 35 °C. Once the test is started, the maximum permissible variation is ± 4 K provided the range limitation is not exceeded.

D.8.2.4 Temperature measurements

Temperature measurements are made by means of thermocouples. Positioning of the thermocouples shall not damage the terminal or the reference conductor.

NOTE 1 Drilling of a small hole and subsequent fastening of the thermocouple is an acceptable method, provided that the performance is not affected and that it is agreed by the manufacturer.

For the measurement of the terminal temperature, the thermocouple shall be located on the conductor entry side of the terminal, close to the contact interface.

For the measurement of the temperature of the reference conductor, the thermocouple shall be located midway between the ends of the conductor, and under its insulation.

The ambient air temperature shall be measured with two thermocouples in such a manner as to achieve an average and stable reading in the vicinity of the test loop without undue external influence. The thermocouples shall be located in a horizontal plane intersecting the specimens, at a minimum distance of 600 mm from them.

NOTE 2 A satisfactory method for achieving a stable measurement is, for example, to attach the thermocouple to unplated copper plates of approximately 50 mm × 50 mm, having a thickness of between 6 mm and 10 mm.

D.8.2.5 Test method

The test loop shall be subjected to 500 cycles; each cycle consists of an on-period and an off-period as specified, starting at the test current value given in Table D.4.

The on-time shall be the time it takes for the test specimen terminal to reach stable temperatures. The off-time shall be the time it takes to reach room temperature. These times shall be determined in the first 25 cycles of operation. A test specimen terminal has attained a stable temperature when three readings, taken at not less than 10-minutes intervals, show no more than a 2 °C variation between any two of the readings. The time to temperature stabilization is the first of three readings indicating stable temperature.

Forced-air cooling may be employed to reduce the off-time, if acceptable to the manufacturer. In that case, it shall be applied to the entire test loop and the resulting temperature of the forced air shall not be lower than the ambient air temperature.

Alternatively, for terminals with single conductors, the on- and/or off-times in Table D.4 may be used.

Near the end of each on-period of the first 24 cycles, the temperature of each terminal shall have attained a minimum of 105 °C. When necessary, the current shall be adjusted to achieve this condition.

If the manufacturer demonstrates that the maximum temperature-rise of the terminals is less than 70 K, the 105 °C temperature may be reduced to this temperature-rise plus 35 °C.This shall be demonstrated by means of a temperature-rise test, in accordance with the general conditions of 8.3.3.3.4 of IEC 60947-1:2007, carried out on the device at the lower of either the rated current of the device or the rated current of the terminals. This test shall be carried

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

out on a new device equipped with the terminals under consideration and the aluminium conductors as specified in Table D.7. The maximum temperature-rise of all terminals shall be used for determining the target temperature for the current cycling test.

At the 25th cycle, the test current shall be adjusted for the last time and the corresponding temperature, when stabilized at the final load current,shall be recorded as the first measurement. There shall be no further adjustment of the test current for the remainder of the test.

Temperatures shall additionally be recorded after approximately 50, 75, 100, 125, 175, 225, 275, 350, 425, and 500 cycles. The temperature shall be measured during the last 5 min of the on-period. If the size of the set of test specimens or the speed of the data acquisition system is such that not all measurements can be completed within 5 min, the on-period shall be extended as necessary to complete all the measurements.

D.8.2.6 Acceptance criteria

The evaluation of the performance is based on both the limit of terminal temperature-rise and the temperature variation (stability factor) during the test.

The stability factor *Sf* for each of the 11 temperature measurements shall be determined as follows:

– calculate the temperature deviation *d* for the 11 individual temperature measurements by subtracting the associated reference conductor temperature from the terminal temperature;
– calculate the average temperature deviation *D* from the 11 values of *d*;
– calculate *Sf* = *d* − *D* for each value of *d*.

See example of stability factor calculation in Table D.5.

NOTE The value of *d* is positive if the terminal temperature is higher than that of the reference conductor and negative if it is lower.

For each terminal:

– the temperature-rise shall not exceed 125 K, and
– the stability factor *Sf* shall not exceed ±10 K.

As this is an accelerated aging test, the insulation can be damaged owing to high temperatures, but this is not considered as a failure of the test.

D.8.3 Mechanical properties of terminals

D.8.3.1 Flexion test

Subclause 8.2.4.3 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies with the following modification:

The test values shall be in accordance with Table D.6.

D.8.3.2 Pull-out test

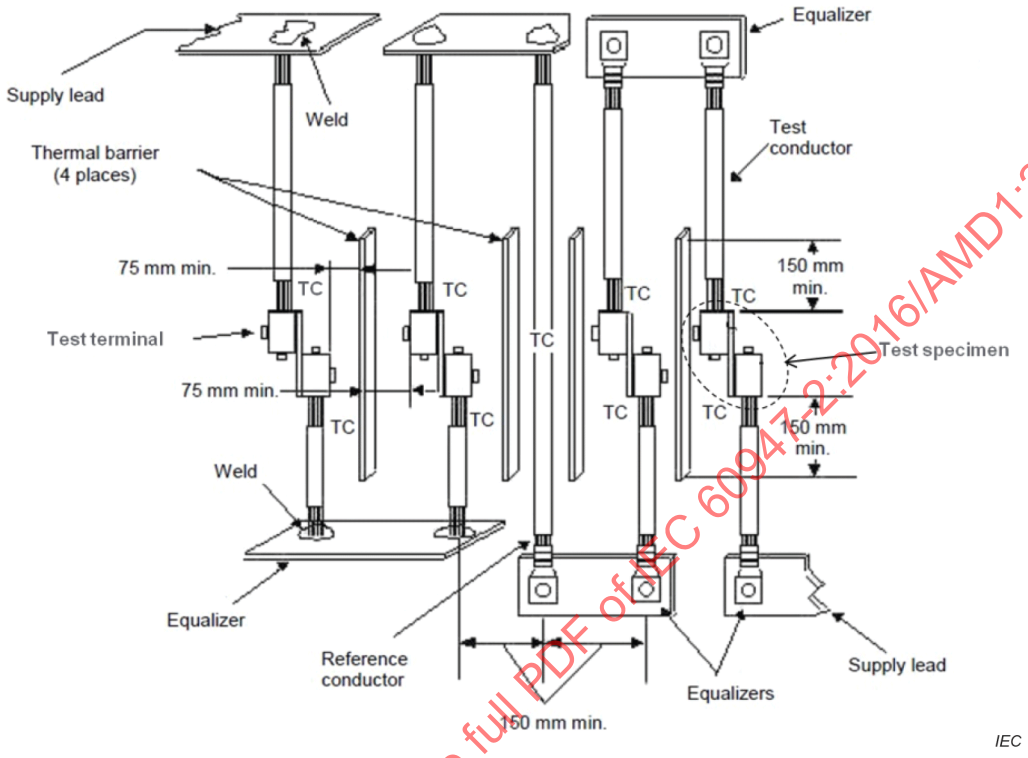
Subclause 8.2.4.4 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies with the following modification:

The test values shall be in accordance with Table D.6.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

D.8.4 Test for insertability of unprepared round aluminium conductors having the maximum cross-section

Subclause 8.2.4.5 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies. Table 7 of IEC 60947-1:2007 applies, except the column relating to flexible conductors.



Key

TC thermocouple

Figure D.1 – General test arrangement

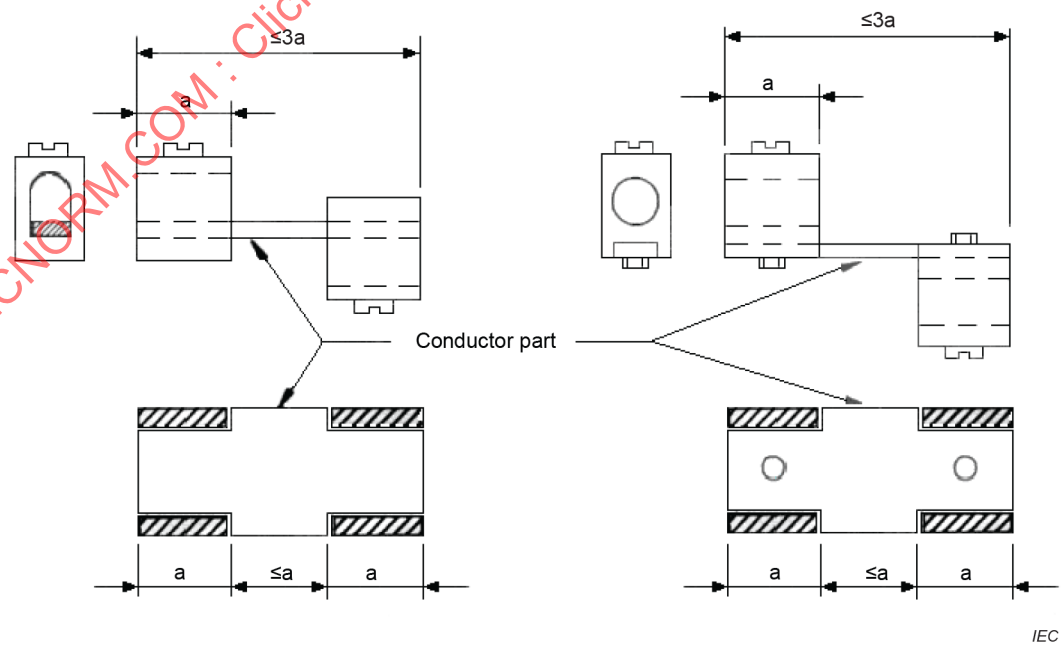


Figure D.2 – Mounting of terminals for the current cycling test

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table D.2 – Conductor length for the current cycling test as per conductor cross-section

Conductor cross-section		Minimum conductor length
mm^2	AWG/kcmil	mm
0 to 10	30 to 8	200
16 to 25	6 to 3	300
35 to 240	2 to 500	460
Larger than 240	Larger than 500	660

Table D.3 – Equalizer dimensions

Range of test current A		Maximum dimensions[a] (thickness × width)			
		Copper		Aluminium	
>	≤	mm	in	mm	in
0	50	3,2 × 12,7	1/8 × 1/2	3,2 × 12,7	1/8 × 1/2
50	125	3,2 × 25	1/8 × 1	3,2 × 32	1/8 × 1-1/4
125	225	3,2 × 48	1/8 × 1-7/8	3,2 × 57	1/8 × 2-1/4
225	400	6,4 × 38	1/4 × 1-1/2	6,4 × 50	1/4 × 2
400	600	6,4 × 50	1/4 × 2	6,4 × 76	1/4 × 3
600	800	6,4 × 76	1/4 × 3	6,4 × 102	1/4 × 4
800	1 000	6,4 × 102	1/4 × 4	9,5 × 89	3/8 × 3-1/2
1 000	1 400	12,7 × 76	1/2 × 3	12,7 × 89	1/2 × 3-1/2
1 400	2 000	12,7 × 102	1/2 × 4	12,7 × 127	1/2 × 5

[a] The equivalence between mm and inches is only approximative; it is acceptable for the equalizer to comply with either millimeters or inches columns. Other dimensions may be used provided the current density for the upper limit of the test current (2nd column) exceeds 1,16 A/mm^2 (750 A/in^2) for an aluminium equalizer or 1,55 A/mm^2 (1 000 A/in^2) for a copper equalizer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table D.4 – Starting test current for the current cycling test

Cable(s) size			Test current	Duration of on- and off-periods
Number	mm^2	AWG/kcmil	A	hours
1	4	12	33	1
1	6	10	45	1
1	10	8	60	1
1	16	6	85	1
1	25	4	110	1
1	35	2	150	1
1	50	0	200	1
1	70	00	230	1
1	95	000	270	1
1	120	250 kcmil	350	1,5
1	150	300 kcmil	390	1,5
1	185	350 kcmil	435	1,5
1	240	500 kcmil	540	2
2	120	250 kcmil	460	-
2	150	300 kcmil	510	-
2	240	500 kcmil	707	-
2	300	600 kcmil	907	-
3	240	500 kcmil	1 060	-

Table D.5 – Example of stability factor calculation

Temperature measurement	Cycle Number	Temperatures		Temperature deviation d = a) – b)	Stability factor $S_f = d - D$ [a]
		a) Terminal [b]	b) Reference conductor		
		°C	°C	K	K
1	25	79	78	1	0,18
2	50	80	77	3	2,18
3	75	78	78	0	-0,82
4	100	76	77	-1	-1,82
5	125	77	77	0	-0,82
6	175	78	77	1	0,18
7	225	79	76	3	2,18
8	275	78	76	2	1,18
9	350	77	78	-1	-1,82
10	425	77	79	-2	-2,82
11	500	81	78	3	2,18

[a] Average temperature deviation $D = \frac{\sum d}{\text{number of measurements}} = \frac{9}{11} = 0,82.$

[b] Example applies to a cable terminal with a maximum temperature of 75 °C.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table D.6 – Test values for flexion and pull-out test for cables

Conductor cross-section		Diameter of the bushing hole [a, b]	Height H[a]	Mass	Pulling force
mm^2	AWG/kcmil	mm	mm	kg	N
4	12	9,5	280	0,7	44
6	10	9,5	280	0,7	44
10	8	9,5	280	1,4	44
16	6	12,7	300	4	124
25	4	12,7	300	4,5	160
-	3	14,3	320	5,9	187
35	2	14,3	320	6,8	222
-	1	15,8	343	8,6	271
50	0	15,8	343	9,5	320
70	00	19,1	368	10,4	347
95	000	19,1	368	13,6	432
-	0000	19,1	368	13,6	516
120	250 kcmil	22,2	406	13,6	516
150	300 kcmil	22,2	406	15,4	516
185	350 kcmil	25,4	432	17,2	574
-	400 kcmil	25,4	432	17,2	574
240	500 kcmil	28,6	464	20,4	685
300	600 kcmil	28,6	464	20,4	685

NOTE Table D.6 is based on UL 486E.

[a] Tolerances for height *H* is ± 15 mm, tolerance for diameter of the bushing hole is ± 2 mm.

[b] If the bushing hole diameter is not large enough to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next larger hole size may be used.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table D.7 – Test aluminium cables for test currents up to 800 A[a,d]

Range of test current A		Cable size		
>	≤	Number	mm²	AWG/kcmil
0	8	1	c	c
8	12	1	c	c
12	15	1	4[b]	12[b]
15	20	1	4[b]	12[b]
20	25	1	6[b]	10[b]
25	32	1	10	8
32	50	1	16	6
50	65	1	25	4
65	85	1	35	2
85	100	1	50	0
100	115	1	50	0
115	130	1	70	00
130	150	1	95	000
150	175	1	120	250 kcmil
175	200	1	150	300 kcmil
200	225	1	150	300 kcmil
225	250	1	185	350 kcmil
250	275	1	240	500 kcmil
275	300	2	120	250 kcmil
300	350	2	120	250 kcmil
350	400	2	150	300 kcmil
400	500	2	240	500 kcmil
500	630	2	300	600 kcmil
630	800	3	240	500 kcmil

[a] See 8.3.3.3.4 of IEC 60947-1:2007.

[b] National regulations may require larger sizes. Aluminium cables with cross-sections lower than 10 mm² are not recommended per IEC 60364-5-52.

[c] Aluminium cables with cross-sections lower than 4 mm² are not recommended.

[d] Test cables for currents above 800 A are under consideration.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table D.8 – Test aluminium bars for test currents above 400 A[g] and up to 3 150 A[a, f]

Range of test current A		Aluminium bars[b c d]	
>	≤	Number	Dimensions (mm)
400	500	2	25 × 10
500	630	2	30 × 12
630	800	2	40 × 10
800	1 000	2	50 × 10
1 000	1 250	2	80 × 10
1 250	1 600	2	100 × 10
1 600	2 000	3	100 × 10
2 000	2 500	4	100 × 10
2 500	3 150	4	150 × 10[e]

[a] See 8.3.3.3.4 of IEC 60947-1:2007.

[b] For convenience of testing and with the manufacturer's consent, smaller conductors than those given for a stated test current may be used.

[c] Bars are assumed to be arranged with their long faces vertically. Arrangements with long faces horizontally may be used if specified by the manufacturer.

[d] Where four bars are used they shall be in two sets of two bars with not more than 100 mm between pair centres.

[e] Dimensions given are recommendations only. Different sizes can be used upon agreement between manufacturer and user.

[f] For rated currents greater than 3 150 A, agreement shall be reached between manufacturer and user on all relevant items of the test, such as: type of supply, number of phases and frequency (where applicable), cross-sections of test connections, etc. This information shall form part of the test report.

[g] Aluminium bars for test currents below or equal to 400 A are under consideration.

Annex F (normative) – Additional tests for circuit-breakers with electronic over-current protection

F.7.1 Test procedure

Replace, in the second existing paragraph, "see 5.2 e)" *by* "see Table 13, item 3.11".

Figure F.21 – Arrangement of connections for the verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Two phase poles in series configuration

This correction applies to the French language only.

Annex H (normative) – Test sequence for circuit-breakers for IT systems

H.2 Individual pole short-circuit

Add, after the last existing paragraph, the following new paragraph:

If the circuit-breaker is provided with both a short-time delay release and an instantaneous release, the instantaneous release may operate before the short-time delay release, depending on the setting and the tolerances.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

H.5 Marking

Replace the existing text by the following new text:

Subclause 5.2 applies with the following addition:

Circuit-breakers for which not all values of rated voltage are covered by the testing in accordance with this annex shall be marked in accordance with Table H.1.

Table H.1 – Product information

Item	Information	Marking location
H2.1	rated voltage(s) not suitable for IT system, as follows: immediately following each corresponding rated voltage, e.g. 690 V (IEC 60417-6363:2016-07) or immediately following the rated voltages grouped, e.g. 415 V 500 V 690 V (IEC 60417-6363:2016-07)	Marked
Key Marked: marked on the product		

Annex J (normative) – Electromagnetic compatibility (EMC) – Requirements and test methods for circuit-breakers

J.1 General

Replace, in the existing Notes 1 and 3, "CISPR 22" *by* "CISPR 32".

J.2.1 General

Add, at the end of the second existing paragraph, the following new sentence:

The immunity levels specified in this table can be higher than those required by Table 23 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, in order to provide increased reliability of the circuit-breaker protection functions.

Table J.1 – EMC – Immunity tests

Replace existing Table J.1 by the following new Table J.1:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Description	Reference standard	Test level	Performance criterion	Mounting
Electrostatic discharges	IEC 61000-4-2	6 kV contact 8 kV air	B	Enclosure Figure J.1
Radiated radio-frequency electromagnetic fields	IEC 61000-4-3	80 MHz to 1 GHz: 10 V/m 1,4 GHz to 6 GHz: 3 V/m	A	Free air [c]
Electrical fast transients/bursts [k]	IEC 61000-4-4	Power port: $U_e \geq 100$ V, a.c. / d.c.: 4 kV 5 kHz or 100 kHz $U_e < 100$ V, a.c. / d.c. [f]: 2 kV 5 kHz or 100 kHz Signal port [g]: 2 kV 5 kHz or 100 kHz	B	Enclosure Figure J.1
Surges	IEC 61000-4-5	Power port, $U_e \geq 100$ V a.c.: 4 kV line-to-earth 2 kV line-to-line (Annex F and Annex N) 4 kV line-to-line (Annex B and Annex M) [e] Power port, $U_e < 100$ V a.c.: 2 kV line-to-earth 1 kV line-to-line Power port, d.c. [f]: 1 kV line-to-earth 0,5 kV line-to-line Signal port [h, j]: 2 kV line-to-earth 1 kV line-to-line	B	Enclosure Figure J.1
Conducted disturbances induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	Power port a.c. / d.c.: 10 V (150 kHz – 80 MHz) Signal port [g]: 10 V (150 kHz – 80 MHz)	A	Free air [c]
Power frequency magnetic fields	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Voltage dips and interruptions	IEC 61000-4-11 [d]	[d]	[d]	Free air
Harmonics	IEC 61000-4-13 [b]	[b]	[b]	Free air
Current dips	[b]	[b]	[b]	Free air

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

a	Vacant.
b	A specific test procedure is defined in the case of electronic overcurrent devices in Annex F, in the absence of an appropriate basic standard.
c	Unless the circuit-breaker is intended to be used only in a specified individual enclosure, in which case it shall be tested in such an enclosure. Details, including dimensions of the enclosure, shall be stated in the test report. The enclosure shall be connected to the ground plane in accordance with the manufacturer's instructions.
d	A specific test procedure and a performance criterion are defined in Annex B in the case of CBRs functionally dependent on line voltage and in Annex M in the case of MRCDs functionally dependent on a voltage source, in the absence of an appropriate basic standard. These tests are not applicable to circuit-breakers with electronic overcurrent protection as described in Annex F (see F.1), but are replaced by tests for current dips and interruptions (see F.4.7).
e	The immunity level is higher for residual current devices because they perform safety functions.
f	Not applicable to input ports intended for connection to a battery or a rechargeable battery, which shall be removed or disconnected from the apparatus for recharging. Apparatus with a d.c. power input port intended for use with an a.c. – d.c. power adapter shall be tested on the a.c. power input of the a.c. – d.c. power adapter specified by the manufacturer or, where none is so specified, using a typical a.c. – d.c. power adapter. The test is not applicable to d.c. power input ports intended to be permanently connected to cables less than 3 m in length.
g	Applicable only to ports interfacing with cables whose total length according to the manufacturer's functional specification may exceed 3 m.
h	Applicable only to ports interfacing with cables whose total length according to the manufacturer's functional specification may exceed 10 m. When shielded cables are used, this test is applied only to the shield.
j	Signal lines with direct connection to a.c. power ports shall be treated as a.c. power ports.
k	The repetition frequency (5 kHz or 100 kHz) shall be agreed between the manufacturer and the testing station, and shall be stated in the test report.

Table J.2 – Reference data for immunity test specifications

Replace, in the third column of the table, the reference to "B.8.12.1.2" *of the first line by* "B.8.13.1.2", *the reference to* "B.8.12.1.3" *of the fifth line by* "B.8.13.1.3", *the reference to* "B.8.12.1.4" *of the ninth line by* "B.8.13.1.4", *the reference to* "B.8.12.1.5" *of the thirteenth line by* "B.8.13.1.5", *and the reference to* "B.8.12.1.6" *of the seventeenth line by* "B.8.13.1.6".

Table J.3 – EMC – Emission tests

Replace, in the existing third and fourth rows, second column, "CISPR 22" *by* "CISPR 32".

Replace, in the existing third and fourth rows, second column, "CISPR 11" *by* "CISPR 11[f]".

Replace, in the existing footnote [b], "CISPR 22" *by* "CISPR 32" *(2 times).*

Insert the following new footnote [f] *as follows:*

[f] A description of the test, the test method and the test set-up is given in Clause 7 of CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016.

J.3.2 Conducted RF disturbances (150 kHz to 30 MHz)

Replace, in the existing first sentence, "CISPR 22" *by* "CISPR 32".

Figure J.2 – Test set up for the measurement of radiated RF emissions

In existing footnote [a], *replace* "CISPR 22" *by* "CISPR 32".

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Annex K (informative) – Glossary of symbols and graphical representation of characteristics

Replace, in the first column, "MRCDs of type B" *with* "CBRs and MRCDs of type B".

In the same row, replace the existing symbol by the following:

Replace, in the same row, third column, the existing text by the following new text: "IEC 60417-6149:2012-01 + IEC 60417-6160:2012-04 + IEC 60417-6297:2014-11 or IEC 60417-6398:2017-12".

Add, in the same row, fourth column, the following new reference: "B.4.4.3".

*Replace, in row "*Not suitable for use in IT systems*", the existing symbol with the following:*

Add, in the same row, third column, the following new reference: "IEC 60417-6363:2016-07".

*Delete the existing row "*Residual operating current".

Delete the existing row "Time delay CBR or MRCD with limiting non-actuating time of 0,06 s".

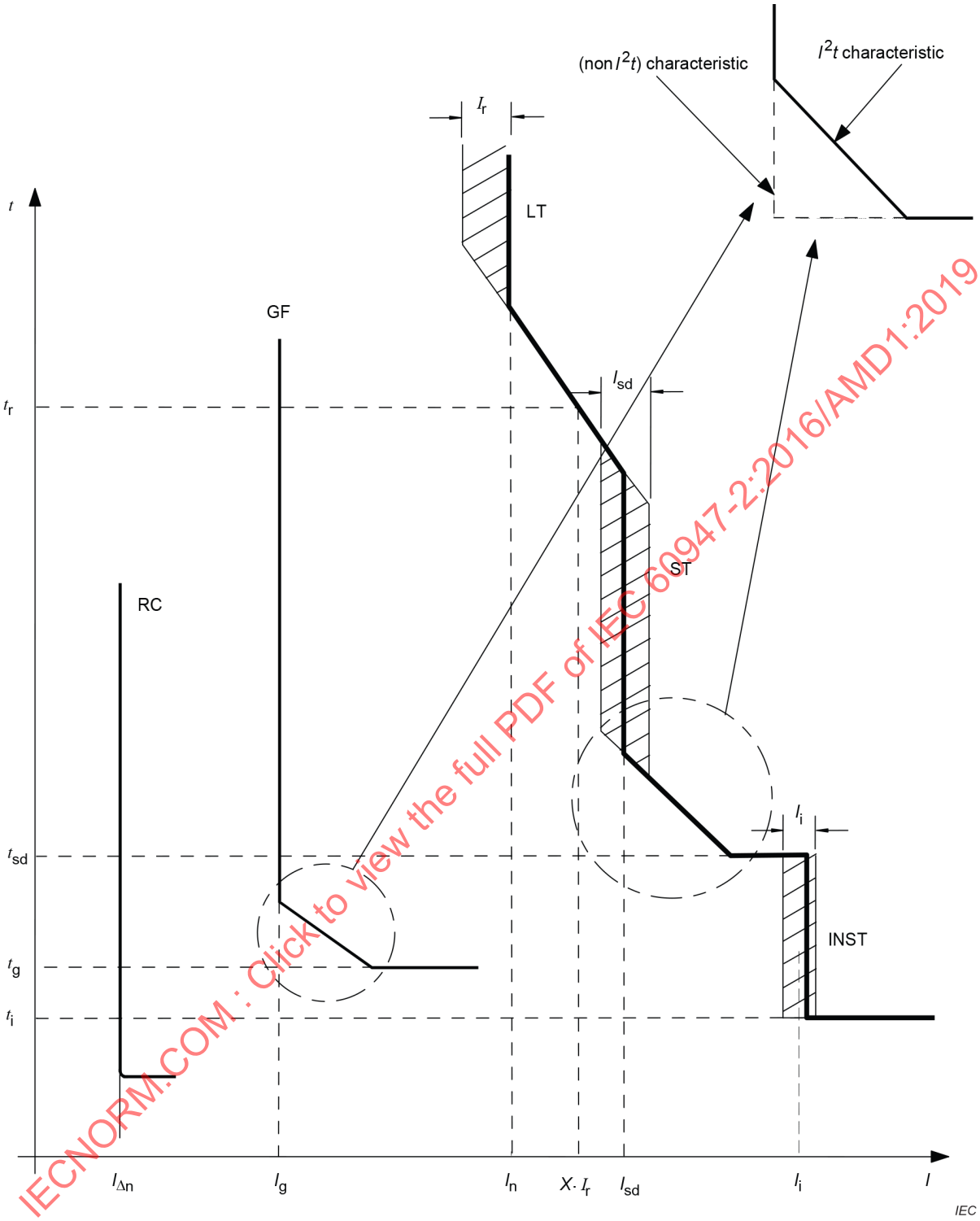
Replace, in row "CBRs for use with 3-phase supply only", *the existing symbol with the following new symbol:*

Add, in the same row, the following new reference in the third column: "IEC 60417-6364:2016-07".

Figure K.1 – Relationship between symbols and tripping characteristics

Replace the existing figure by the following new figure:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Annex L (normative) – Circuit-breakers not fulfilling the requirements for overcurrent protection

L.5 Product information

Replace the existing text of this subclause with the following:

Subclause 5.2 applies, as relevant, with modifications and additions as per Table L.1.

Table L.1 – Product information

Item	Information	Marking location
L1.1	Suitability for isolation, if applicable, with the symbol (IEC 60617-S00288:2001-07) (this symbol substitutes the symbol used in Table 13, item 1.2)	Visible
L1.2	Classification, with the marking or as applicable, where I_i is the rated instantaneous short-circuit current setting (see 2.20)	Visible
L3.1	Rated conditional short-circuit current (I_{cc}) and, if specified, overcurrent protective device (OCPD)	Literature
L3.2	Statement that CBIs do not provide overcurrent protection	Literature
Key Visible: visible from the front when the circuit-breaker is installed as in service and the actuator is accessible Literature: provided in the manufacturer's literature		

Annex M (normative) – Modular residual current devices (without integral current breaking device)

Replace existing annex by the following new annex:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Annex M
(normative)

Modular residual current devices (without integral current breaking device)

M.1 General

M.1.1 Preamble

To provide protection against the effects of electric shock hazards, devices reacting to residual differential currents are used as protective systems. Residual current devices, where the current-sensing means and the processing device are mounted together with the circuit-breaker, are covered in Annex B.

The provisions of Annex B apply to this annex, adapting, amending or supplementing Annex B as necessary to cover its applicability to equipment where the current-sensing means and/or the processing device are mounted separately from the current-breaking device.

Throughout this annex, "CBR" as used in Annex B (see B.2.3.1) is replaced by "MRCD" (see M.2.2.1).

Wherever relevant, reference is made to the corresponding subclause of Annex B. In other cases, reference is made to the relevant subclause of the main body of this document, or, where applicable, of IEC 60947-1.

Since the equipment covered by this annex does not include a current-breaking device, certain conventional phrases used in Annex B have been adapted accordingly in this annex, e.g. "ON position" is replaced by "ready condition", meaning "ready to operate".

M.1.2 Scope and object

This annex applies to residual current operated devices which do not incorporate a current-breaking device, hereinafter called "Modular Residual Current Device (MRCD)". They are primarily intended to be used in conjunction with circuit-breakers in accordance with this document.

They may or may not be functionally dependent on a voltage source.

The object of this annex is to state the specific requirements that shall be complied with by the MRCD in association with the specified current-breaking device(s).

M.2 Terms and definitions

The terms and definitions of Annex B apply.

The following additional terms and definitions apply to this annex.

M.2.1 Terms and definitions relating to the energization of an MRCD

M.2.1.1
voltage source
source intended to supply the energizing quantity that may consist of:

– the line voltage;

– a voltage other than the line voltage

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.2.2 Terms and definitions relating to the operation and the functions of an MRCD

M.2.2.1
modular residual current device
MRCD
device or an association of devices comprising a current-sensing means and a processing device designed to detect and to evaluate the residual current and to control the opening of the contacts of a current-breaking device

M.2.2.2 Terms and definitions relating to time

M.2.2.2.1
operating time of an MRCD
time that elapses between the instant when the residual operating current is suddenly applied and the instant when the MRCD output changes status

M.2.2.2.2
combination time
time that elapses between the instant when the residual operating current is suddenly applied and the instant of the arc extinction of the associated current-breaking device

M.2.2.2.3
limiting non-operating time
maximum delay during which a residual current higher than the rated residual non-operating current can be applied to the MRCD without actually bringing it to operate

M.2.3
conditional residual short-circuit current
prospective residual current that an MRCD, protected by a specified short-circuit protective device, can satisfactorily withstand for the total operating time of that device under specified conditions

M.2.4
residual short-time withstand current
residual current that an MRCD in the closed position can carry during a specified short time under specified conditions

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.3 Classification

M.3.1 Classification according to the configuration of the primary conductors

M.3.1.1 Terminal type: MRCD with incoming and outgoing terminals and integral primary conductors

M.3.1.2 Through-conductor type

M.3.1.2.1 MRCD with sensing means and processing device combined

M.3.1.2.2 MRCD with sensing means and processing device separated

M.3.2 Classification according to the method of operation

M.3.2.1 **MRCD without voltage source** (see Figure M.22)

M.3.2.2 MRCD with voltage source

M.3.2.2.1 Operating automatically in the case of failure of the voltage source

M.3.2.2.2 Not operating automatically after failure of the voltage source but able to operate as intended in the case of a residual current fault

M.3.3 Classification according to the possibility of adjusting the residual operating current

Subclause B.3.2 applies.

M.3.4 Classification according to time delay of the residual current function

Subclause B.3.3 applies.

M.3.5 Classification according to behaviour in presence of a d.c. component

M.3.5.1 **MRCD of type AC** (see M.4.2.2.1)

M.3.5.2 **MRCD of type A** (see M.4.2.2.2)

M.3.5.3 **MRCD of type B** (see M.4.2.2.3)

M.4 Characteristics of MRCDs

M.4.1 General characteristics

M.4.1.1 Characteristics of the monitored circuit

M.4.1.1.1 Rated frequency range

Range of frequency values of the monitored circuit for which the MRCD is designed and for which it operates correctly under specified conditions.

M.4.1.1.2 Rated voltage (U_n)

Value of the voltage assigned by the manufacturer to the MRCD.

M.4.1.1.3 Rated current (I_n)

M.4.1.1.3.1 Terminal type

Subclause 4.3.3.3 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.4.1.1.3.2 Through-conductor type

Value of current, assigned to the MRCD by the manufacturer and marked in accordance with Table M.1, item M1.4, which the MRCD can monitor in uninterrupted duty under specified conditions (see M.8.6).

M.4.1.1.4 Rated insulation voltage (U_i)

Voltage, assigned by the manufacturer, to which the dielectric tests and the MRCD creepage distances are referred with respect to the monitored circuit.

M.4.1.1.5 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Peak value of the impulse voltage that the MRCD can withstand without failure and to which the values of the clearances are referred with regard to the monitored circuit.

M.4.1.2 Characteristics of the voltage source of MRCDs

M.4.1.2.1 Rated values of the voltage source of MRCDs (U_s)

Values of the voltage source to which the operating functions of the MRCD are referred.

M.4.1.2.2 Rated values of the frequencies of the voltage source of MRCDs

Values of the frequencies of the voltage source to which the operating functions of the MRCD are referred.

M.4.1.2.3 Rated insulation voltage (U_i)

Subclause 4.3.1.2 of IEC 60947-1:2007 applies.

M.4.1.2.4 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Subclause 4.3.1.3 of IEC 60947-1:2007 applies.

NOTE In the case of a specified power supply, the requirement applies to the incoming connections.

M.4.1.3 Characteristics of auxiliary contacts

Subclause 4.6 of IEC 60947-1:2007 applies.

M.4.2 Characteristics of MRCDs concerning their residual current function

M.4.2.1 General

Subclause B.4.2.4 applies, replacing "non-actuating time" by "non-operating time", and with the following additions.

The maximum values of the MRCD operating time shall be stated by the manufacturer for residual current values equal to $I_{\Delta n}$, 2 $I_{\Delta n}$, 5 $I_{\Delta n}$ (or 0,25 A for $I_{\Delta n} \leq$ 30 mA), 10 $I_{\Delta n}$ (or 0,5 A for $I_{\Delta n} \leq$ 30 mA).

The maximum combination time shall comply with Table B.1 for a non-time-delay type MRCD and with Table B.2 for a time-delay type MRCD having a limiting non-operating time of 0,06 s.

MRCDs having $I_{\Delta n} \leq$ 30 mA shall be of the non-time-delay type.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.4.2.2 Operating characteristic in the case of residual current with d.c. component

M.4.2.2.1 Type AC MRCD

Subclause B.4.4.1 applies.

M.4.2.2.2 Type A MRCD

Subclause B.4.4.2 applies.

M.4.2.2.3 Type B MRCD

Subclause B.4.4.3.applies

M.4.3 Behaviour under short-circuit conditions

M.4.3.1 Rated conditional short-circuit current (I_{cc})

Subclause 4.3.6.4 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies.

M.4.3.2 Rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)

Subclause 4.3.6.4 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies.

M.4.3.3 Rated short-time withstand current (I_{cw})

Subclause 4.3.6.1 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies.

M.4.3.4 Peak withstand current

Subclause 2.5.28 of IEC 60947-1:2007 applies to the primary circuit of the MRCD.

M.4.3.5 Rated residual short-time withstand current ($I_{\Delta w}$)

The rated residual short-time withstand current of an equipment is the value of residual short-time withstand current, assigned to the equipment by the manufacturer, that the equipment can carry without damage, under the test conditions specified in this document.

M.4.4 Preferred and limiting values

M.4.4.1 Preferred values of the rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)

Subclause B.4.2.1 applies.

M.4.4.2 Minimum value of the rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)

Subclause B.4.2.3 applies.

M.4.4.3 Limiting value of the non-operating overcurrent in the case of a single-phase load in a multiphase circuit

Subclause B.4.2.4 applies.

M.4.4.4 Preferred values of rated voltage of the voltage source of MRCDs

Subclause 4.5.1 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.5 Product information

The MRCD, processing device or sensing means, as applicable, shall be provided with the information as given in Table M.1. Any marking shall be durable. The marking shall be on the MRCD itself or on one or more nameplates.

Table M.1 – Product information

Item	Information	Marking location		
		on single device	on separate device	
			Sensing means	Processing device
M1.1	operating characteristic in the case of residual currents in the presence or absence of a d.c. component: – MRCDs of type AC with the symbol (IEC 60417-6148:2012-01) – MRCDs of type A with the symbol (IEC 60417-6149:2012-01) – MRCDs of type B with the symbol (IEC 60417-6398:2017-12) or (IEC 60417-6149:2012-01 + IEC 60417-6160:2012-04 + IEC 60417-6297:2014-11)	Visible	-	Visible
M1.2	rated residual operating current (value(s) or range, as applicable) ($I_{\Delta n}$)	Visible	-	Visible
M1.3	limiting non-operating time (value or range) at 2 $I_{\Delta n}$ for time-delay type, as applicable (Δt)	Visible	-	Visible
M1.4	maximum rated current of the monitored circuit (I_n)	Visible	Marked	Visible [a]
M1.5	test device with the letter "T"	Visible	-	Visible
M2.1	manufacturer's name or trade mark	Marked	Marked	Marked
M2.2	type designation or catalogue reference	Marked	Marked	Marked
M2.3	IEC 60947-2	Marked	-	Marked
M2.4	rated voltage of the voltage source (U_s)	Marked	-	Marked
M2.5	rated voltage of the monitored circuit (U_n)	Marked	Marked	-
M2.6	rated impulse voltage of the monitored circuit (U_{imp})	Marked	Marked	-
M3.1	rated frequency of the voltage source	Literature	-	Literature
M3.2	rated impulse withstand voltage of the voltage source (U_{imp})	Literature	-	Literature
M3.3	output characteristics and/or specified current-breaking device(s)	Literature	-	Literature
M3.4	rated residual non-operating current if it differs from 0,5 $I_{\Delta n}$ ($I_{\Delta no}$)	Literature	-	Literature
M3.5	rated frequency of the monitored circuit	Literature	Literature	-
M3.6	lowest residual current setting at 6 I_n for MRCDs with separate sensing means	-	Literature	Literature

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Item	Information	Marking location		
		on single device	on separate device	
			Sensing means	Proces-sing device
M3.7	rated conditional short-circuit current (I_{cc}) and/or rated short-time withstand current (I_{cw}), and rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)	Literature	Literature	Literature
M3.8	IP code, where applicable (see Annex C of IEC 60947-1:2007)	Literature	Literature	Literature
M3.9	position of use and mounting precautions	Literature	Literature	Literature
M3.10	wiring diagram	Literature	Literature	Literature
M3.11	connection of the sensing means to the processing device (cable type, length, etc.)	-	Literature	-
M3.12	for a through conductor type MRCD, dimensions of the conductor aperture (s) and the position relative to the sensing means	Literature	Literature	-
M3.13	for a terminal type MRCD, the maximum cross-sectional area of the conductors to be connected	Literature	-	-
M3.14	distances to be respected with regard to nearby conductors	Literature	Literature	Literature
M3.15	conditions to be observed for the connections between the processing device and the current-breaking device	Literature	-	Literature
M3.16	the SCPDs to be associated with the MRCD	Literature	-	Literature
M3.17	for a non-time-delay type, the current-breaking device(s) to be associated with MRCD to meet the maximum combination times of Table B.1	Literature	-	Literature
M3.18	for a time-delay type having a limiting non-operating time of 0,06 s, the current-breaking device(s) to be associated with the MRCD to meet the combination times of Table B.2	Literature	-	Literature
Key				
Visible:	visible from the front when the MRCD is installed as in service and the test device is accessible			
Marked:	marked on the product			
Literature:	provided in the manufacturer's literature			
[a] Only applicable if the residual current is marked as a percentage of I_n.				

M.6 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 applies.

M.7 Design and operating requirements

M.7.1 Design requirements

It shall not be possible to modify the operating characteristic of an MRCD except by means which are specifically provided for setting the rated residual operating current or the definite time delay. Changing from one setting to another shall only be possible through a deliberate action, such as the use of a tool, a password or equivalent means.

NOTE MRCDs can be provided with means indicating the status of the outputs.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.7.2 Operating requirements

M.7.2.1 Operation in the case of a residual current

Subclause B.7.2.1 applies.

Compliance shall be checked by the tests of M.8.3.

M.7.2.2 Operation under short-circuit conditions

MRCDs shall have a rated conditional short-circuit current (I_{cc}) or a rated short-time withstand current (I_{cw}), but may have both. They shall also have a rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$) or a rated residual short-time withstand current ($I_{\Delta w}$), but may have both.

MRCDs shall meet the requirements of the relevant tests of M.8.14.

M.7.2.3 Mechanical and electrical endurance

MRCDs shall meet the requirements of the tests of M.8.11.

M.7.2.4 Effects of environmental conditions

MRCDs shall meet the requirements of the test of M.8.15.

M.7.2.5 Dielectric properties

MRCDs shall be capable of withstanding the impulse withstand voltage declared by the manufacturer in accordance with 7.2.3 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014.

MRCDs shall meet the requirements of the tests of M.8.4.

Clearances from the live parts of the monitored circuit to:

– the live parts of the MRCD,
– the parts intended to be grounded,
– the clearances between the current paths, for terminal-type MRCDs,

shall withstand the test voltage given in Table 12 of IEC 60947-1:2007 according to the rated impulse withstand voltage.

M.7.2.6 Test device

MRCDs shall be provided with a test device to simulate the passing through the detecting device of a residual current, in order to allow periodic testing of the ability of MRCDs to operate.

The test device shall satisfy the tests of M.8.5.

The protective conductor, if any, shall not become live when the test device is operated.

The operating means of the test device shall be designated by the letter T, and its colour shall not be red or green; the use of a light colour is recommended.

NOTE The test device is only intended to check the tripping function, not the value at which the function is effective with respect to the rated residual operating current and to the break time.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.7.2.7 Value of the non-operating overcurrent in the case of a single phase load

MRCDs shall meet the requirements of the test of M.8.6.

M.7.2.8 Resistance of MRCDs to unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages

MRCDs shall withstand the test of M.8.7.

M.7.2.9 Behaviour of MRCDs of types A and B in the case of an earth fault current comprising a d.c. component

MRCDs of type A and type B shall meet the requirements of the tests of M.8.8, as applicable.

M.7.2.10 Requirements for MRCDs with voltage source

MRCDs functionally dependent on a voltage source shall operate correctly at any value of the voltage between 0,85 and 1,1 times the rated value U_S (see Figure M.22 and M.4.1.2.1).

According to their classification, MRCDs functionally dependent on a voltage source shall comply with the requirements given in Table M.2.

Table M.2 – Requirements for MRCDs with voltage source

Classification of the device according to M.3.2.2	Behaviour in the case of failure of the voltage source
MRCD operating automatically without delay in the case of voltage source failure (M.3.2.2.1)	Operating without delay according to M.8.12
MRCD operating automatically with delay in the case of voltage source failure (M.3.2.2.1)	Operating with delay according to M.8.12
MRCD not operating automatically after failure of the voltage source but able to operate as intended in the case of a residual-current fault arising (M.3.2.2.2)	Operating according to M.8.13

M.7.2.11 Temperature-rise of terminal-type MRCDs

M.7.2.11.1 General

The temperature rise of the parts of terminal-type MRCDs shall not exceed the values specified in 7.2.2 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

M.7.2.11.2 Ambient air temperature

The temperature-rise limits given in Table 2 of IEC 60947-1:2007 and in Table 3 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 are only applicable if the ambient air temperature remains between the limits given in M.6.

M.7.2.11.3 Main circuit of terminal type MRCDs

The main circuit of the MRCD, to which the monitored circuit is connected, shall be able to carry the rated current as defined in M.4.1.2.3, without the temperature-rises exceeding the limits given in Table 2 of IEC 60947-1:2007 and in Table 3 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

M.7.2.12 Electromagnetic compatibility

Requirements of Annex J apply to the sensing means and the processing device of the MRCD, connected in accordance with the manufacturer's instructions.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tests shall be carried out in accordance with M.8.16.

Immunity to voltage variations is covered by the requirements of M.7.2.10.

M.7.2.13 Behaviour of MRCDs in the case of failure of the sensing means connection

For MRCDs with separate sensing means, if the sensing means are disconnected, then:

– the MRCD shall operate, or
– the MRCD shall provide a signal to indicate such disconnection, or
– it shall be possible to verify the disconnection by operating the test device.

Compliance is verified by the tests of M.8.9.

M.7.2.14 Behaviour of MRCDs according to the rated frequency

The MRCD shall operate correctly within its rated frequency range.

Compliance is verified by the tests of M.8.3.3 and M.8.5.

M.8 Tests

M.8.1 General

M.8.1.1 Type tests

Type tests are grouped together in a number of sequences, as shown in Table M.3.

In the case of MRCDs with adjustable residual operating current, the tests shall be made at the lowest setting, unless otherwise stated.

In the case of MRCDs with adjustable time delays (see B.3.3.2.2), the tests shall be carried out at the highest setting, unless otherwise stated.

The release of the associated current breaking device, when applicable, shall be supplied at its lowest rated voltage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table M.3 – Test sequences

Sequences	Tests	Subclause
M I	Verification of the operating characteristics	M.8.3
	Verification of dielectric properties	M.8.4
	Verification of the operation of the test device at the limits of rated voltage	M.8.5
	Verification of the limiting value of the non-operating current under overcurrent conditions, in the case of a single phase load	M.8.6
	Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages	M.8.7
	Verification of the behaviour in the case of an earth fault current comprising a d.c. component	M.8.8
	Verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the sensing means connection	M.8.9
	Verification of temperature rise of terminal type MRCDs	M.8.10
	Verification of mechanical and electrical endurance	M.8.11
	Verification of the behaviour of MRCDs classified under M.3.2.2.1 in the case of failure of the voltage source	M.8.12
	Verification of the behaviour of MRCDs classified under M.3.2.2.2 in the case of failure of the voltage source	M.8.13
M II	Verification of the behaviour of MRCDs under short-circuit conditions	M.8.14
M III	Verification of the effects of environmental conditions	M.8.15
M IV	Verification of electromagnetic compatibility	M.8.16

For terminal-type MRCDs having variants with different numbers of poles, tests shall be carried out on the variant with the greatest number of poles. For a variant where there is no construction break from the tested variant, no additional tests are required. If the variants' construction is not identical to the variant tested, then those variants shall also be tested.

One sample shall be tested for each of the test sequences M I, M II and M III.

For test sequence M IV, a new sample may be used for each test, or one sample may be used for several tests, at the manufacturer’s discretion.

Unless otherwise specified, each type test (or sequence of type tests) shall be carried out on the MRCD in new and clean condition, the influencing quantities having their normal reference values.

The MRCD shall be installed individually, according to the manufacturer's instructions, in free air, unless otherwise specified. Ambient air temperature shall be between 15 °C and 30 °C unless otherwise specified. Connections and mounting shall comply with the manufacturer’s instructions.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.8.1.2 Routine tests

Subclause 8.4.5 applies.

M.8.2 Compliance with constructional requirements

Subclause 8.2 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014 applies, except in so far as 7.1 applies.

M.8.3 Verification of the operating characteristics

M.8.3.1 General

The MRCD shall be installed, mounted and wired according to the manufacturer's instructions. Unless otherwise specified, it shall be connected to test equipment, as specified by the manufacturer, representing normal service conditions for the output circuit in order to verify the change in the status of the output. For the measurement of the combination time (see M.2.2.2.2), the MRCD shall be connected to a current-breaking device, specified by the manufacturer, and installed in the monitored circuit. The characteristics of this device shall be given in the test report.

M.8.3.2 Test conditions for MRCDs without voltage source

Subclause B.8.2.2 applies.

M.8.3.3 Test conditions for MRCDs with voltage source

The tests shall be carried out at the following values:

– 0,85 times the minimum rated value of the source voltage for tests specified in M.8.3.4 and M.8.3.5.2;

– 1,1 times the maximum rated value of the source voltage for tests specified in M.8.3.5.3.

MRCDs with a range of rated frequencies shall be tested at the highest and lowest frequencies. However, for MRCDs rated at 50 Hz and 60 Hz, tests at 50 Hz or 60 Hz are considered to cover both frequencies.

M.8.3.4 Off-load tests at 20 °C ± 5 °C

M.8.3.4.1 General

With the connections as shown in Figure M.1, Figure M.2 or Figure M.3, the MRCD shall comply with the tests of M.8.3.4.2, M.8.3.4.3 and M.8.3.4.4 as well as with the test of M.8.3.4.5 where applicable; all these tests are carried out on a single current path.

Unless otherwise specified:

– for MRCDs with setting of the residual operating current by continuous variation or by discrete values, the tests shall be carried out at the highest and at the lowest settings, as well as at an intermediate setting;

– for MRCDs of the adjustable time-delay type, the time delay shall be set to its minimum value.

M.8.3.4.2 Verification of operation in the case of a steady increase of the residual current (Figure M.1)

The switches S_1 and S_2, and S_a if applicable, being in the closed position, and the MRCD being ready to operate, the residual current shall be steadily increased, starting from a value not higher than 0,2 $I_{\Delta n}$, up to $I_{\Delta n}$ in approximately 30 s. The value of current causing the change in status of the output is recorded. The test shall be carried out three times.

The three values measured shall be situated between the rated residual non-operating current $I_{\Delta no}$ and $I_{\Delta n}$.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.8.3.4.3 Verification of operation in the case of closing on residual current (Figure M.2)

The test circuit being calibrated at the rated value of the residual operating current $I_{\Delta n}$ (or at each specific setting of the residual operating current if applicable), the switch S_2 and the current breaking device being closed, switches S_1 and S_a (if applicable) are closed simultaneously. The combination time shall be measured three times.

No measurements shall exceed the limiting value specified for $I_{\Delta n}$ in M.4.2.

M.8.3.4.4 Verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (Figure M.2 and Figure M.3)

The MRCD shall be connected to the test equipment as specified in M.8.3.1.

The test circuit being calibrated at each of the values of the residual operating current I_{Δ} specified in M.4.2, the switches S_1, and S_a if applicable, and the test equipment being in the closed position, and the MRCD being ready to operate, the residual current is suddenly established by closing the switch S_2.

Three measurements of operating time and of combination time (if applicable) are made at each value of I_{Δ}:

– none of the values of operating time shall exceed the values stated by the manufacturer,
– none of the values of combination time shall exceed the limits specified in M.4.2.

M.8.3.4.5 Verification of the limiting non-operating time of time-delayed type MRCDs (Figure M.3)

The MRCD shall be connected to the test equipment as specified in M.8.3.1.

The test circuit being calibrated at the value 2 $I_{\Delta n}$, the switches S_1, and S_a if applicable, being in the closed position, and the MRCD being ready to operate, the residual current is established by closing the switch S_2 for a time equal to the limiting non-operating time declared by the manufacturer in accordance with M.4.2.

The test shall be carried out 3 times. The MRCD shall not operate.

If the MRCD has an adjustable current setting and/or an adjustable time delay, the test shall be carried out as applicable, at the lowest setting of the residual operating current and at the maximum and minimum settings of the time delay.

M.8.3.5 Tests at the temperature limits

M.8.3.5.1 General

Subclause B.8.2.5 applies.

M.8.3.5.2 Off-load test at −5 °C

Subclause B.8.2.5.2 applies, but in accordance with M.8.3.4.4 and M.8.3.4.5 if applicable.

M.8.3.5.3 On-load test at +40 °C

Subclause B.8.2.5.3 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

After reaching thermal steady-state conditions, the MRCD shall be submitted to the tests described in M.8.3.4.4 and in M.8.3.4.5 if applicable.

M.8.4 Verification of dielectric properties

M.8.4.1 Verification of rated impulse withstand voltage

M.8.4.1.1 General

The MRCD shall comply with the requirements stated in M.7.2.5. The tests shall be carried out in all the auxiliary contact positions.

The tests are carried out in accordance with 8.3.3.4 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014 with the additions listed in M.8.4.1.2 and M.8.4.1.3.

M.8.4.1.2 Verification of rated impulse withstand voltage with respect to the monitored circuit

M.8.4.1.2.1 Tests for terminal type MRCD

The test voltage, defined in M.7.2.5, shall be applied as indicated in 8.3.3.4.1 item 2), of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010.

M.8.4.1.2.2 Tests for MRCDs of through-conductor type

The test shall be carried out on a sensing means through which runs an uninsulated busbar, installed according to the manufacturer's instructions.

The test voltage, defined in M.7.2.5, shall be applied as follows:

a) between all the conductors of the monitored circuit connected together and the mounting plate if the sensing means are separate;

b) between all the conductors of the monitored circuit connected together and the processing device enclosure or its mounting plate if the sensing means are combined;

c) between each auxiliary circuit and
   - the monitored circuit;
   - the enclosure or mounting plate of the MRCD.

M.8.4.1.3 Verification of rated impulse withstand voltage of the voltage source circuit (if applicable)

If the voltage source circuit is supplied directly from the monitored circuit, the tests are carried out in accordance with M.8.4.1.2.1.

If the voltage source circuit is not supplied by the monitored circuit, the test voltage defined in Table 12 of IEC 60947-1:2007 shall be applied as follows:

a) between all the supply terminals of the voltage source circuit connected together and the enclosure or mounting plate of the MRCD;

b) between each supply terminal of the voltage source circuit and the other supply terminals connected together and connected to the enclosure or mounting plate of the MRCD.

M.8.4.2 Capability of any circuits connected to the monitored circuit in respect of withstanding d.c. voltages due to insulation measurements

The need for this verification of MRCDs that cannot be disconnected in service is under consideration.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.8.5 Verification of the operation of the test device at the limits of the rated voltage

Subclause B.8.4 applies, but by replacing "rated voltage" with "rated voltage of the voltage source". The MRCD shall be tested in association with the test equipment specified in M.8.3.1.

M.8.6 Verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions, in the case of a single phase load

The MRCD shall be connected in accordance with Figure M.4 a), b) or c), as applicable, paying particular attention to the positioning of the conductors in the case of a through-conductor type in accordance with the manufacturer's instructions, the switch S_1 being open. The switch S_a, where applicable, is then closed and the voltage U_s is applied.

The test shall be made in accordance with B.8.5 at a current of 6 I_n. For MRCDs with separate sensing means, the test shall be carried out at the lowest residual current setting value declared by the manufacturer.

No change of state of the MRCD shall occur.

M.8.7 Verification of the resistance against unwanted tripping due to surge currents resulting from impulse voltages

M.8.7.1 General

For MRCDs with adjustable time delays, the time delay shall be set at its minimum.

M.8.7.2 Verification of the resistance to unwanted tripping in the case of loading of the network capacitance

Subclause B.8.6.2 applies with Figure M.5 replacing Figure B.5.

No change of state of the MRCD shall occur.

M.8.7.3 Verification of the resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current

Subclause B.8.6.3 applies with Figure M.6 replacing Figure B.7.

No change of state of the MRCD shall occur during the test at 250 A. During the test at 3 000 A, the MRCD may operate.

M.8.7.4 Verification after the tests

After the tests of M.8.7.2 and M.8.7.3, the operation of the MRCD shall be verified in accordance with M.8.3.4.4, with one measurement of operating time, at $I_{\Delta n}$ only.

M.8.8 Verification of the behaviour in the case of an earth fault current comprising a d.c. component

M.8.8.1 General

The test conditions of M.8.3.1, M.8.3.2 and M.8.3.3 apply.

For MRCDs, the operation of which depend on a voltage source, the tests shall be carried out at 1,1 and 0,85 times the rated voltage of the voltage source (U_s).

Unless otherwise specified:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

– for MRCDs with setting of the residual operating current by continuous variation or by discrete values, the tests shall be carried out at the highest and at the lowest settings, as well as at an intermediate setting;

– for MRCDs of the adjustable time-delay type, the time delay shall be set to its minimum value.

M.8.8.2 Type A MRCD

M.8.8.2.1 Verification of the correct operation in the case of a continuous rise of a residual pulsating direct current

Subclause B.8.7.2.1 applies with Figure M.7 replacing Figure B.8.

The switches S_1 and S_2, and S_a if applicable, are closed, the MRCD being ready to operate.

M.8.8.2.2 Verification of the correct operation in the case of a suddenly appearing residual pulsating direct current

B.8.7.2.2 applies with the following modifications.

The test circuit shall be in accordance with Figure M.8 or Figure M.9, as applicable.

Verification is carried out in two steps:

– for the first step, the MRCD is connected to a measurement instrument indicating the change in status of the output;

– for the second step, the MRCD is connected to a current-breaking device, specified by the manufacturer, and installed in the monitored circuit. The characteristics of this current-breaking device shall be stated in the test report.

The switches S_1, and S_a if applicable, are in the closed position and the MRCD being ready to operate, the residual current is suddenly established by closing the switch S_2.

The test shall be carried out at each value of the residual current specified:

– for the first step, none of the operating times measured shall exceed the values stated by the manufacturer;

– for the second step, no value of combination time, when applicable, shall exceed the limiting values specified in M.4.2.1.

M.8.8.2.3 Verification of the correct operation with load at the reference temperature

The tests of M.8.8.2.2 are repeated, the current path under test and another current path of the MRCD being loaded with the rated current, the current being established shortly before the test.

NOTE The loading with rated current is not shown in Figure M.7 c).

M.8.8.2.4 Verification of the correct operation in the case of a residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct current of 6 mA

B.8.7.2.4 applies with the following modifications.

The test circuit shall be in accordance with Figure M.10 a), b) or c), as applicable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.8.8.3 Type B MRCD

M.8.8.3.1 Verification of the correct operation in the case of a steady increase of composite residual current

Subclause B.8.8.1 applies, but "MRCD" replaces "CBR", and with the following modifications:

The tests shall be performed in accordance with Figure M.16.

M.8.8.3.2 Verification of the correct operation in the case of sudden appearance of composite residual current

Subclause B.8.8.2 applies, but "MRCD" replaces "CBR", and with the following modifications:

The tests shall be performed in accordance with Figure M.16.

Three measurements of operating time and of combination time (if applicable) are made at each value of I_{Δ}.

None of the operating times measured shall exceed the values stated by the manufacturer for the response time at 5 $I_{\Delta n}$ of the MRCD only; no value of combination time, when applicable, shall exceed the limiting values specified in M.4.2.1.

M.8.8.3.3 Verification of the correct operation in the case of residual sinusoidal alternating currents up to 1 000 Hz

Subclause B.8.8.3 applies, but "MRCD" replaces "CBR", and with the following modifications:

The tests shall be performed in accordance with Figure M.16.

The verification of the break time is replaced by a verification of the operating time, and the combination time if applicable; none of the operating times measured shall exceed the values stated by the manufacturer for the response time at $I_{\Delta n}$ of the MRCD only; no value of combination time, when applicable, shall exceed the limiting values specified in M.4.2.1 for $I_{\Delta n}$.

M.8.8.3.4 Verification of the correct operation in the case of a residual alternating current superimposed by a residual smooth direct current

Subclause B.8.8.4 applies, but "MRCD" replaces "CBR", and with the following modification:

The tests shall be performed in accordance with Figure M.17.

M.8.8.3.5 Verification of the correct operation in the case of a residual pulsating direct current superimposed by a residual smooth direct current

Subclause B.8.8.5 applies, but "MRCD" replaces "CBR", and with the following modification:

The tests shall be performed in accordance with Figure M.10.

M.8.8.3.6 Verification of the correct operation in the case of residual direct currents which can result from rectifying circuits supplied from two phases

Subclause B.8.8.6 applies, but "MRCD" replaces "CBR", and with the following modifications:

The tests shall be performed in accordance with Figure M.15.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

The verification of the break time is replaced by a verification of the operating time, and the combination time if applicable; none of the operating times measured shall exceed the values stated by the manufacturer for the response time of the MRCD only; no value of combination time, when applicable, shall exceed the limiting values specified in M.4.2.1.

M.8.8.3.7 Verification of the correct operation in the case of residual direct currents which can result from rectifying circuits supplied from three phases

Subclause B.8.8.7 applies, but "MRCD" replaces "CBR", with the following modifications:

The tests shall be performed in accordance with Figure M.14.

The verification of the break time is replaced by a verification of the operating time, and the combination time if applicable; none of the operating times measured shall exceed the values stated by the manufacturer for the response time of the MRCD only; no value of combination time, when applicable, shall exceed the limiting values specified in M.4.2.1.

M.8.8.3.8 Verification of the correct operation in the case of residual smooth direct current

M.8.8.3.8.1 Verification of the correct operation in the case of residual smooth direct current without load

Verification is carried out in two steps:

a) The test circuit shall be in accordance with Figure M.11, switches S_1 and S_2, and S_a if applicable, being closed.

   One current path, chosen at random, shall be tested twice in position I and twice in position II of switch S_3.

   The residual current, starting from zero, shall be steadily increased to 2 $I_{\Delta n}$ within 30 s. The MRCD shall operate between 0,5 $I_{\Delta n}$ and 2 $I_{\Delta n}$.

b) The test circuits shall be in accordance with Figure M.12 and Figure M.13.

   The circuit being successively calibrated at the values specified hereafter, the switch S_1 or S_a, as applicable, being closed and the MRCD being ready to operate, the residual current is suddenly established by closing switch S_2.

   The test shall be carried out at each value of residual current specified in Table B.1, multiplied by two.

   Two operating time measurements are performed for each value, the switch S_3 being in position I for the first measurement and in position II for the second measurement.

   None of the operating times shall exceed the values stated by the manufacturer, and no value of combination time, when applicable, shall exceed the limiting values specified in M.4.2.1.

M.8.8.3.8.2 Verification of the correct operation in the case of residual smooth direct current with load

The test of M.8.8.3.8.1 a) shall be repeated, the current path under test and another current path of the MRCD being loaded with the rated current.

M.8.8.3.9 Tests at the temperature limits

The MRCD shall perform the tests specified in M.8.8.3.6 and M.8.8.3.7 (but, in each case, only the verification of the operating time) and M.8.8.3.8.1 b), under the following conditions successively:

a) ambient air temperature: −5 °C, without load;

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

b) ambient air temperature: +40 °C, and, for terminal-type MRCDs, the MRCD having been previously loaded with its rated current until it has attained thermal steady-state conditions. In practice, these conditions are reached when the variation of temperature-rise, measured at one of the main terminals, does not exceed 1 K per hour. The loading of the main circuit may be carried out at reduced voltage but auxiliary circuits shall be supplied with their rated operating voltage, particularly for components depending on the line voltage.

In the case of MRCDs having multiple settings of residual operating current, the tests are made at the minimum and maximum settings.

M.8.9 Verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the sensing means connection

M.8.9.1 General

For MRCDs with a range of rated values of the voltage source, tests shall be carried out for each rated value, in accordance with M.8.9.2 or M.8.9.3, as applicable, and in accordance with the manufacturer's instructions.

M.8.9.2 Test method 1

The MRCD shall be connected to the external sensing means and shall be supplied successively with each rated voltage, as shown in Figure M.18. There shall be no fault current flowing in the sensing means and the test circuit shall not be activated.

The sensing means are disconnected and the MRCD shall operate or provide a signal to indicate such disconnection.

The time interval between the disconnection and the output status change is measured.

Three measurements are carried out; no value shall exceed 5 s.

M.8.9.3 Test method 2

Tests shall be carried out as follows:

a) the test device is actuated. The MRCD shall operate;

b) the sensing means are disconnected and the test device is actuated. The MRCD shall not operate.

M.8.10 Verification of temperature-rise of terminal type MRCDs

M.8.10.1 General

Unless otherwise specified, the MRCD shall be connected with the appropriate conductors whose cross-sections are specified in Tables 9, 10 and 11 of IEC 60947-1:2007, and fixed on a mat black painted plywood board of about 20 mm in thickness.

The test shall be carried out in an atmosphere protected against abnormal external heating or cooling.

M.8.10.2 Ambient air temperature

Subclause 8.3.3.3.1 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies.

M.8.10.3 Test procedure

The test shall be carried out in accordance with 8.3.3.3.4 of IEC 60947-1:2007, at the rated current I_n.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

During this test, temperature-rise shall not exceed the values listed in Table 2 of IEC 60947-1:2007 and Table 3 of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

M.8.11 Verification of mechanical and electrical endurance

The MRCD output shall be subjected to mechanical and electrical endurance tests including:

– 500 off-load operations controlled by the test device;
– 500 off-load operations by passing the rated residual operating current $I_{\Delta n}$ through one current path;
– 500 on-load operations controlled by the test device;
– 500 on-load operations by passing the rated residual operating current $I_{\Delta n}$ through one current path.

The on-load tests are carried out on a circuit corresponding to the output rating given by the manufacturer.

After the tests, the MRCD shall show no damage impairing its further use. The output shall be able to withstand in the open position a voltage equal to twice its maximum rated value given by the manufacturer.

NOTE 1 This verification is not applicable if the output is designed for a specific load and does not have a rated output voltage.

For MRCDs having more than one output rating, two tests shall be carried out:

– a test at the highest rated current at the corresponding voltage;
– a test at the highest rated voltage at the corresponding current.

The MRCD shall be capable of performing satisfactorily the tests specified in B.8.11.4 b).

NOTE 2 If the MRCD output has an appropriate AC-15 rating, in accordance with IEC 60947-5-1, the tests of this subclause are not necessary.

M.8.12 Verification of the behaviour of MRCDs classified under M.3.2.2.1 in the case of failure of the voltage source

M.8.12.1 General

For MRCDs having an adjustable residual operating current, the test shall be carried out at the lowest setting.

For MRCDs having an adjustable time-delay, the test shall be carried out at any one of the time-delay settings.

The voltage applied shall be the rated voltage of the voltage source (U_s).

For MRCDs having a range of rated voltages of the voltage source, the tests shall be carried out at the maximum and minimum values of the voltage range.

M.8.12.2 Determination of the limiting value of the voltage source

Tests shall be carried out in accordance with B.8.9.2, with "voltage source" replacing "line voltage" and "voltage source terminals" replacing "line terminals".

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.8.12.3 Verification of automatic opening in the case of voltage source failure

Tests are carried out in accordance with B.8.9.3, with "voltage source" replacing "line voltage" and "voltage source terminals" replacing "line terminals". The time interval between the switching off and the change in status of the output shall be measured.

Three measurements are carried out:

– for instantaneous MRCDs, no value shall exceed 1 s;

– for time-delayed MRCDs, no value shall exceed 1 s plus the set time delay.

M.8.13 Verification of the behaviour of MRCDs classified under M.3.2.2.2 in the case of failure of the voltage source

The provisions of B.8.10 apply in the case where the voltage source is the line voltage of the monitored circuit. In the case where the voltage source is other than the line voltage, a test shall be carried out as follows.

For MRCDs having an adjustable residual operating current, the test shall be carried out at the lowest setting.

For MRCDs having an adjustable time delay, the test shall be made at any one of the time-delay settings.

The MRCD shall be connected according to Figure M.3 and supplied with its rated voltage, or in the case of a range of rated voltages, with the lowest rated voltage.

The supply is then switched off by opening S_a or S_1, as applicable; the MRCD shall not operate.

The switch S_a or S_1, as applicable, is then reclosed and the voltage is reduced to 70 % of the lowest rated voltage. The rated residual current $I_{\Delta n}$ is then applied by closing S_2; the MRCD shall operate.

M.8.14 Verification of the behaviour of MRCDs under short-circuit conditions

M.8.14.1 General

Since an MRCD is not a switching device, where it has been tested with a given SCPD in accordance with M.8.14.3 and M.8.14.5, tests with other SCPDs of a lower peak current and lower I^2t are considered to be also covered.

M.8.14.2 General conditions for the test

M.8.14.2.1 Test circuit

Subclause 8.3.4.1.2 of IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies, except Figures 9, 10, 11 and 12. The test shall be carried out in accordance with Figure M.19, Figure M.20 or Figure M.21, as applicable.

For short-time withstand tests, the SCPD shall be omitted.

M.8.14.2.2 Tolerances on the test quantities

Table 8 of IEC 60947-1:2007 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.8.14.2.3 Power factor of test circuit

Table 11 applies.

M.8.14.2.4 Power frequency recovery voltage

Subclause 8.3.2.2.3, item a), of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies.

M.8.14.2.5 Calibration of the test circuit

The SCPD and the MRCD, if of the terminal type, are replaced by temporary connections of impedance negligible compared with that of the test circuit. For other MRCDs, the conductors through the sensing means are part of the calibrating circuit.

For the test at rated conditional short-circuit current I_{cc}, the resistors R and the reactors L are adjusted so as to obtain, at the test voltage, a current equal to I_{cc}, at the prescribed power factor. The test circuit shall be energized simultaneously in all poles.

For the tests at rated residual conditional short-circuit current $I_{\Delta c}$, the additional impedance Z is used so as to obtain the required current values.

M.8.14.2.6 Condition of the MRCD for tests

The wiring and the fixing of the MRCD shall be in accordance with the manufacturer's instructions.

This is particularly the case for MRCDs of the through-conductor type for installing conductors that pass through the sensing means.

The MRCD shall be mounted on a metal plate.

M.8.14.2.7 Condition of the MRCD after tests

After each test of M.8.14.3, M.8.14.4 and M.8.14.5, the MRCD shall show no damage impairing its further use and, in the case of a terminal type MRCD, shall be capable of withstanding a voltage equal to twice its rated voltage under the conditions of 8.3.3.6.

The MRCD shall perform satisfactorily the tests specified in B.8.11.4b) and M.8.12.3, if applicable, and limited to one measurement.

M.8.14.3 Verification of the rated conditional short-circuit current (I_{cc})

M.8.14.3.1 General

This test is not necessary if the let-through peak current and the let-through energy of the associated SCPD are lower than the peak current and let-through energy corresponding to the rated short-time withstand current I_{cw}.

M.8.14.3.2 Test conditions

The negligible impedance connections are replaced by the SCPD and, if applicable, by the terminal-type MRCD.

M.8.14.3.3 Test procedure

The rated voltage of the voltage source, if applicable, shall be applied.

The following sequence of operations is performed:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

O – *t* – O

M.8.14.3.4 Behaviour of the MRCD during the tests

During the tests, the MRCD may operate.

M.8.14.4 Verification of rated short-time withstand current (I_{cw})

Subclause 8.3.4.3 of IEC 60947-1:2007 applies to the primary circuit.

The test may be carried out at any convenient voltage. The SCPD of Figure M.17, Figure M.18 and Figure M.19 shall be omitted for the test.

M.8.14.5 Verification of the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)

M.8.14.5.1 General

This test is not necessary if the let-through peak current and the let-through energy of the associated SCPD are lower than the peak current and let-through energy corresponding to the rated residual short-time withstand current $I_{\Delta w}$.

M.8.14.5.2 Test conditions

The MRCD shall be tested under the conditions prescribed in M.8.14.2.1 but shall be connected so that the short-circuit current is a residual current. For residual short-circuit tests, the connection B, indicated by the dashed line in Figure M.19, Figure M.20 and Figure M.21, replaces the connection through the sensing means, between X and Y.

The test shall be carried out on one current path.

The negligible impedance connections are replaced by the SCPD and, where applicable, by the MRCD.

M.8.14.5.3 Test procedure

The following sequence shall be performed without synchronisation with respect to the voltage wave:

O – *t* – O

M.8.14.5.4 Behaviour of the MRCD during the tests

During the tests, the MRCD may operate.

M.8.14.6 Verification of rated residual short-time withstand current ($I_{\Delta w}$)

Subclause M.8.14.4 applies, except that the MRCD shall be connected so that the short-circuit current is a residual current.

M.8.15 Verification of the effects of environmental conditions

The tests conditions of B.8.12 apply.

At the end of the tests, the MRCD shall be capable of performing satisfactorily the tests specified in B.8.11.4 b).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.8.16 Verification of electromagnetic compatibility

M.8.16.1 Immunity tests

M.8.16.1.1 General

Subclause B.8.13.1 applies, but with "CBR" replaced by "MRCD" where necessary, except that the verifications after the tests shall be a measurement of the operating time (see M.2.2.2.1) at $I_{\Delta n}$, which shall not exceed the value declared by the manufacturer (see M.4.2). The test circuit for the verification shall be in accordance with Figure M.3.

M.8.16.1.2 Electrostatic discharges

Subclause B.8.13.1.2 applies with the additional specifications given in M.8.16.1.1.

M.8.16.1.3 Radiated RF electromagnetic fields

Subclause B.8.13.1.3 applies with the additional specifications given in M.8.16.1.1.

The test set-up shall be in accordance with Figure J.4, and Figure M.22 for MRCDs with separate sensing means.

M.8.16.1.4 Electrical fast transients/bursts (EFT/B)

Subclause B.8.13.1.4 applies with the additional specifications given in M.8.16.1.1.

The test set-up shall be in accordance with Figure J.5 and Figure J.6, and Figure M.23 for MRCDs with separate sensing means.

M.8.16.1.5 Surges

Subclause B.8.13.1.5 applies with the additional specifications given in M.8.16.1.1.

M.8.16.1.6 Conducted disturbances induced by RF fields (common mode)

Subclause B.8.13.1.6 applies with the additional specifications given in M.8.16.1.1.

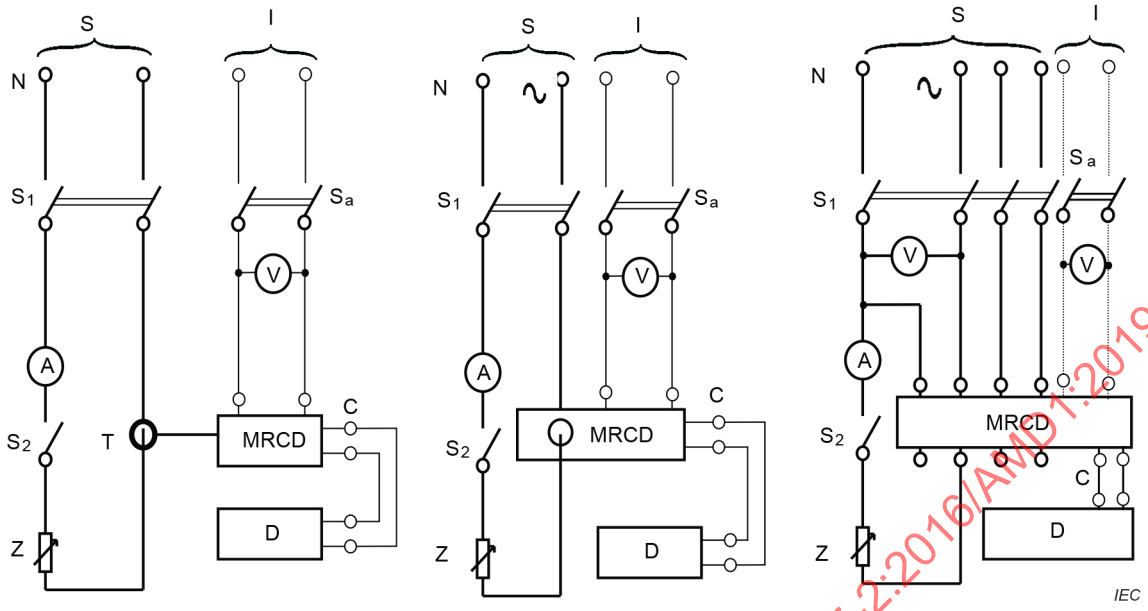
The test set-up shall be in accordance with Figure M.24 for MRCDs with separate sensing means.

An EM clamp may be used when normal functioning cannot be achieved because of the impact of the CDN on the MRCD.

M.8.16.2 Emission tests

Subclause B.8.13.2 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

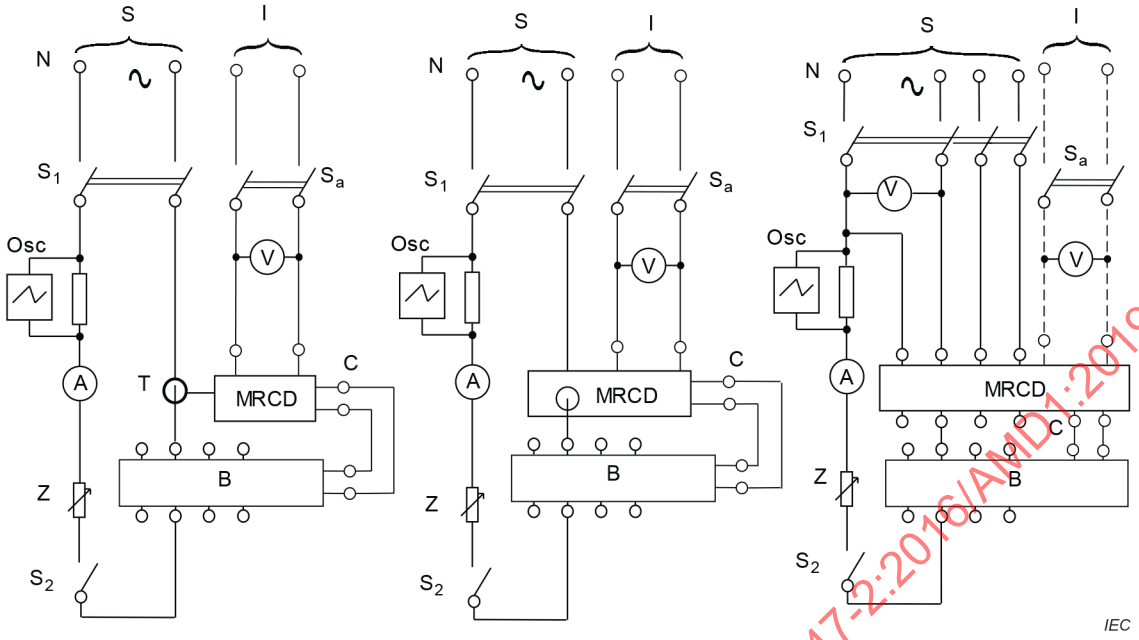
c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	S_a	auxiliary switch
I	separate voltage source, if applicable	Z	adjustable impedance
V	voltmeter	T	sensing means
A	ammeter	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	D	instrument indicating the change of status
S_2	single-pole switch		

Figure M.1 – Test circuits for the verification of operation in the case of a steady increase of residual current

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

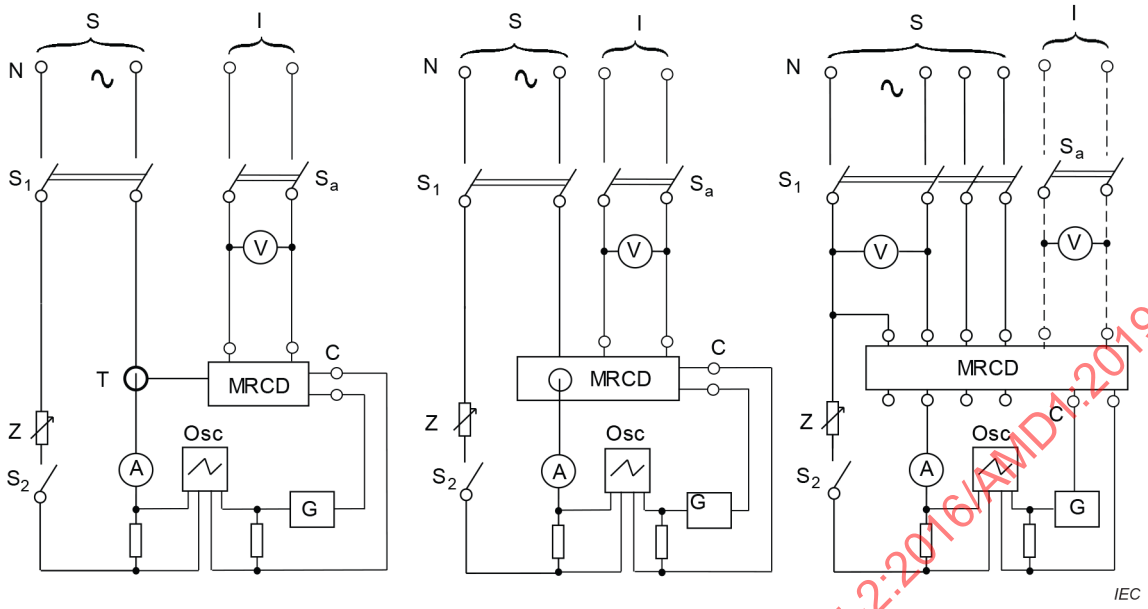
c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	S_a	auxiliary switch
I	separate voltage source, if applicable	Z	adjustable impedance
V	voltmeter	T	sensing means
A	ammeter	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	B	current breaking device
S_2	single-pole switch	Osc	oscilloscope

Figure M.2 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (with current breaking device)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

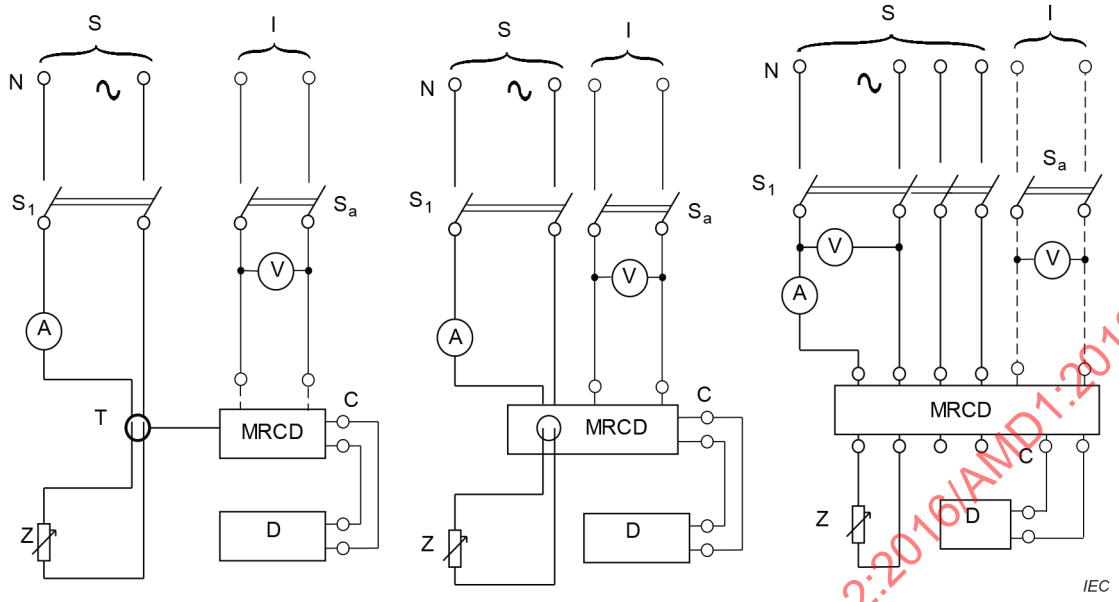
c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	S_a	auxiliary switch
I	separate voltage source, if applicable	Z	adjustable impedance
V	voltmeter	T	sensing means
A	ammeter	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	G	generator
S_2	single-pole switch	Osc	oscilloscope

Figure M.3 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual current (without current breaking device)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

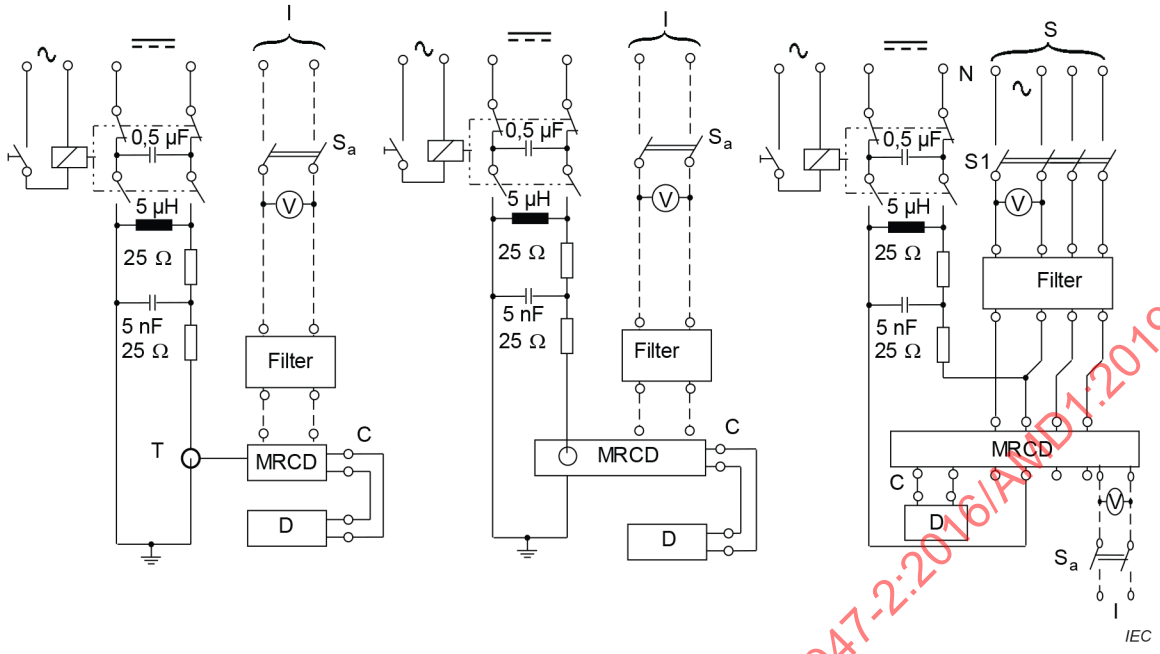
c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	S_a	auxiliary switch
I	separate voltage source, if applicable	Z	adjustable impedance
V	voltmeter	T	sensing means
A	ammeter	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	D	instrument indicating the change of status

Figure M.4 – Test circuits for the verification of the limiting value of non-operating current under overcurrent conditions

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	T	sensing means
V	voltmeter	C	output circuit
I	separate voltage source, if applicable	D	instrument indicating the change of status
S_1	multi-pole switch	S_a	auxiliary switch

Figure M.5 – Test circuits for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of loading of the network capacitance

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

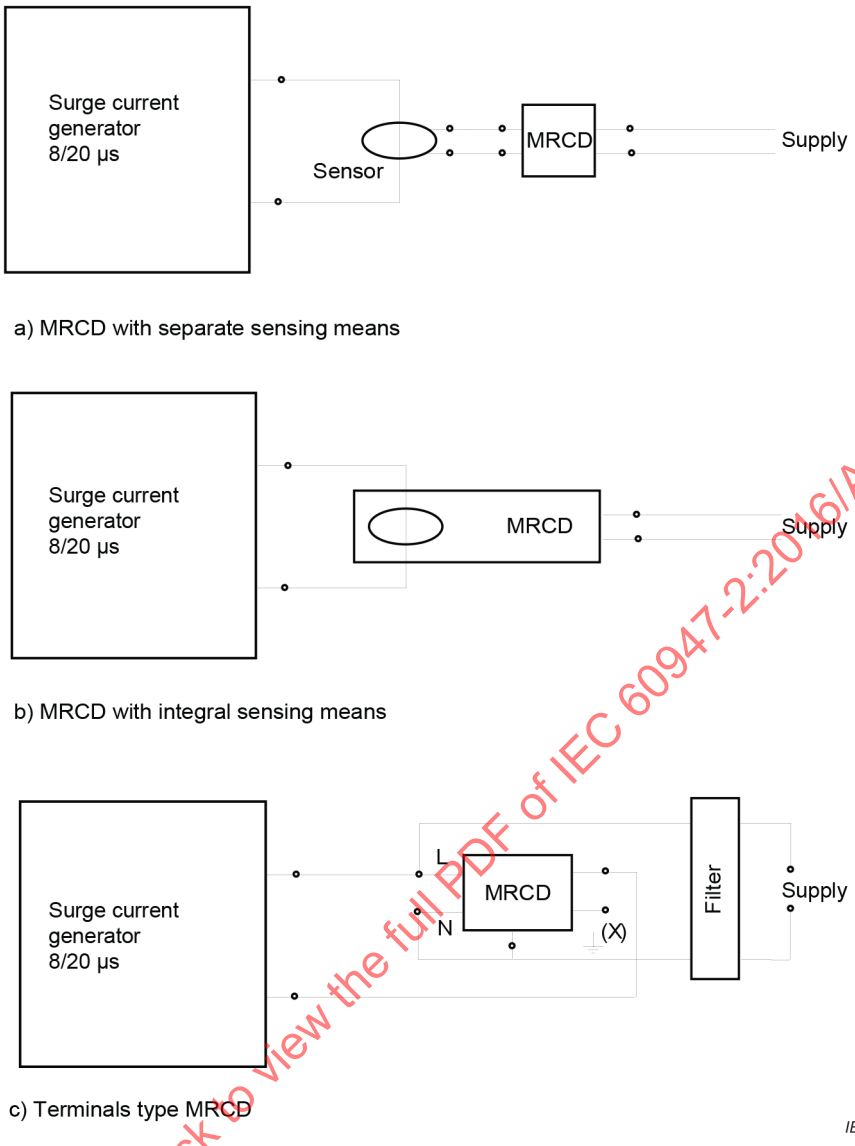
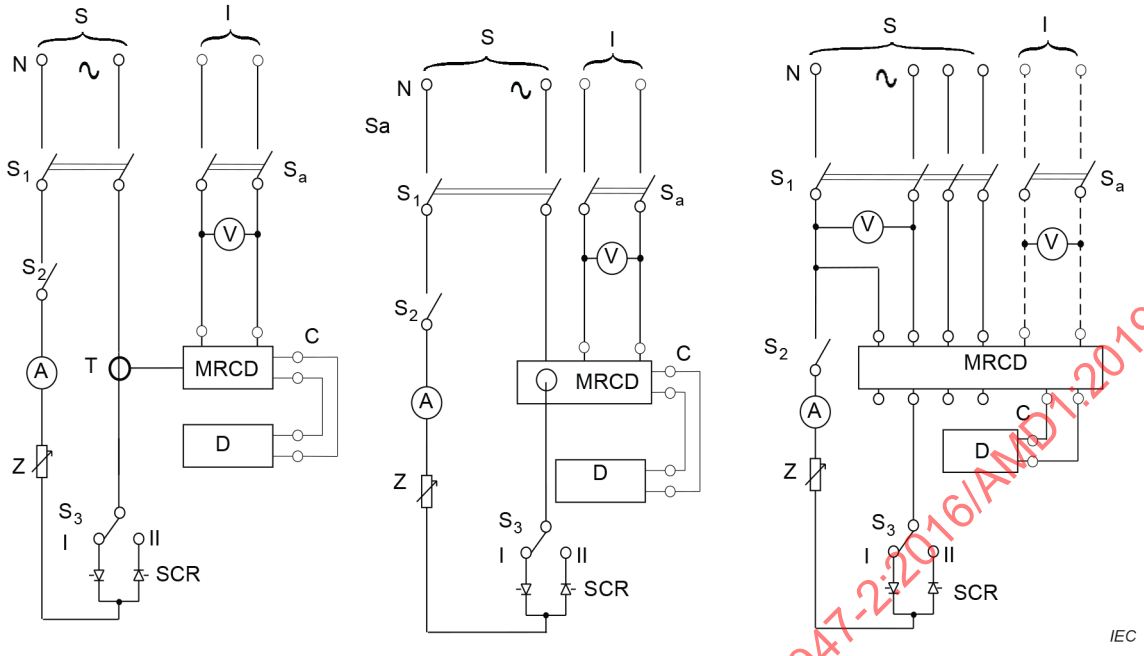


Figure M.6 – Test circuit for the verification of the resistance to unwanted tripping in the case of flashover without follow-on current

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

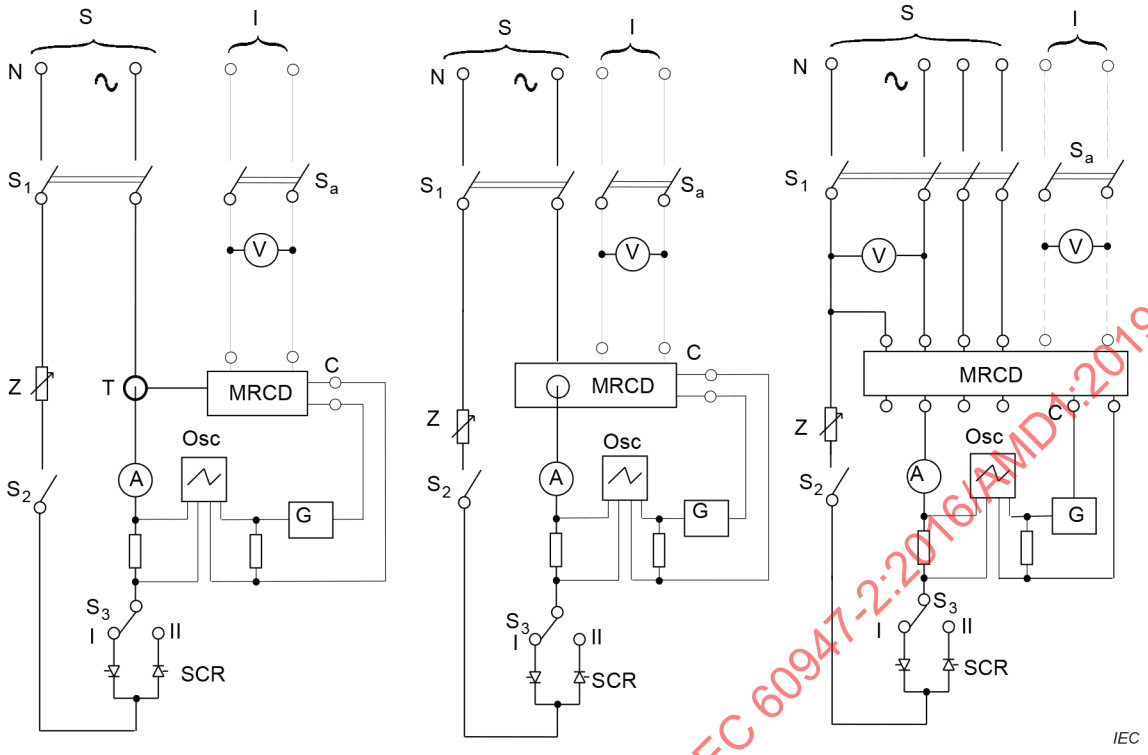
c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	S_a	auxiliary switch
I	separate voltage source, if applicable	Z	adjustable impedance
V	voltmeter	T	sensing means
A	ammeter	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	D	instrument indicating the change of status
S_2	single-pole switch	SCR	thyristors
S_3	inverter switch		

Figure M.7 – Test circuits for the verification of operation in the case of a continuous rise of a residual pulsating direct current

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

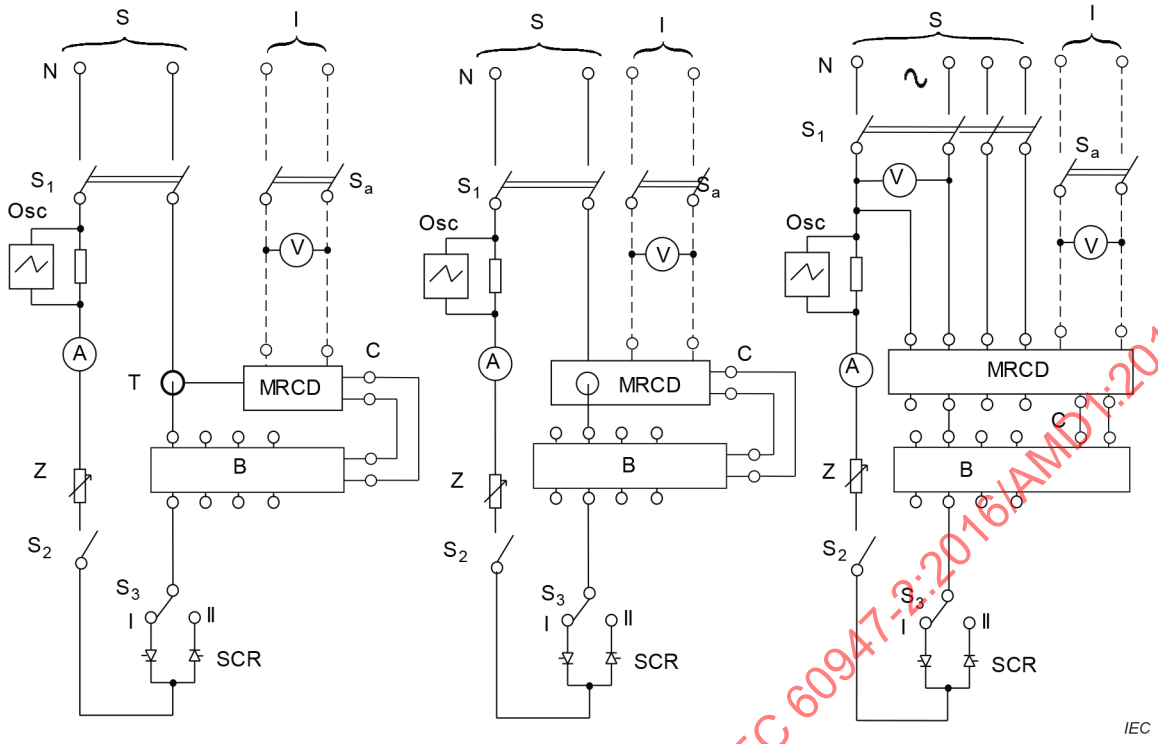
c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	S_a	auxiliary switch
I	separate voltage source, if applicable	Z	adjustable impedance
V	voltmeter	T	sensing means
A	ammeter	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	G	generator
S_2	single-pole switch	Osc	oscilloscope
S_3	inverter switch	SCR	thyristors

Figure M.8 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual pulsating direct current (without current-breaking device)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

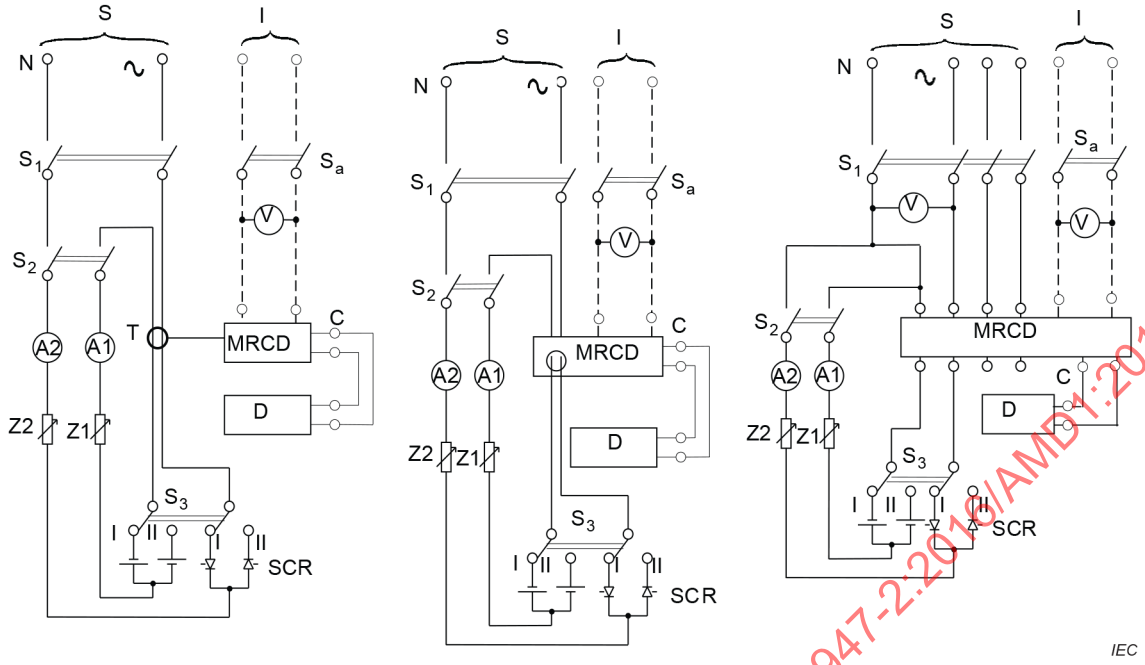
c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	S_a	auxiliary switch
I	separate voltage source, if applicable	Z	adjustable impedance
V	voltmeter	T	sensing means
A	ammeter	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	B	current breaking device
S_2	single-pole switch	Osc	oscilloscope
S_3	inverter switch	SCR	thyristors

Figure M.9 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual pulsating direct current (with current-breaking device)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

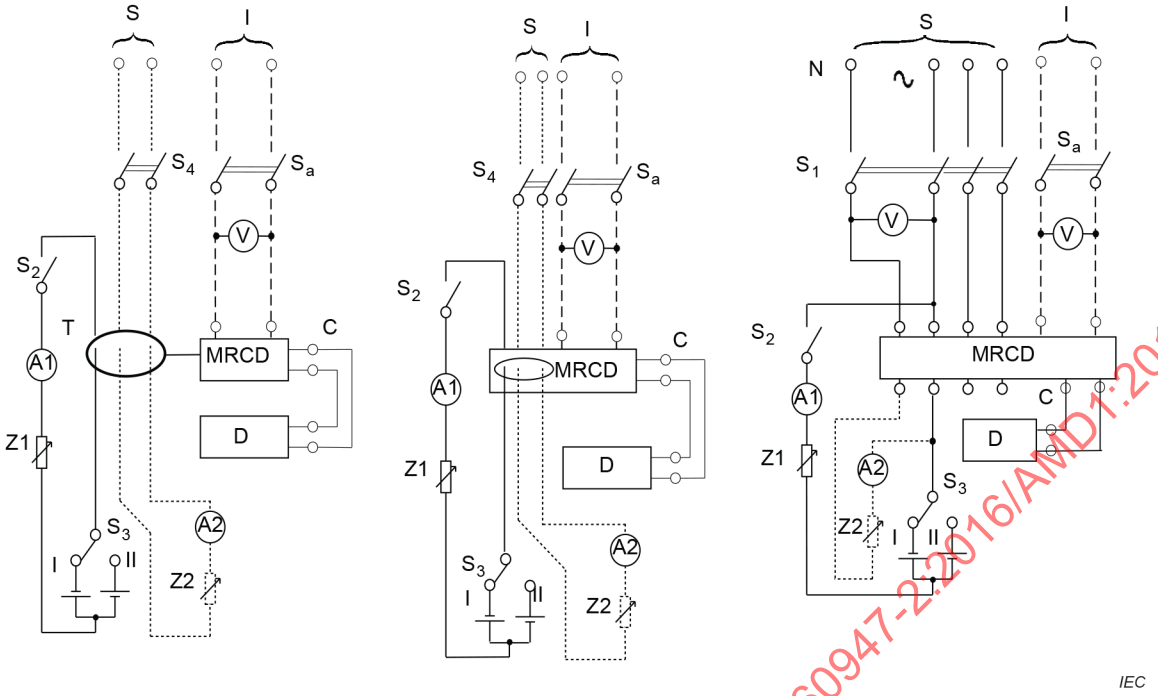
c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	S_3	double inverter switch
I	separate voltage source if applicable	S_a	auxiliary switch
V	voltmeter	Z	adjustable impedance
A1	ammeter measuring d.c. current	T	sensing means
A2	ammeter measuring a.c. current	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	D	instrument indicating the change of status
S_2	two-pole switch	SCR	thyristors

Figure M.10 – Test circuits for the verification of operation in the case of a residual pulsating direct current superimposed by a smooth direct current

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

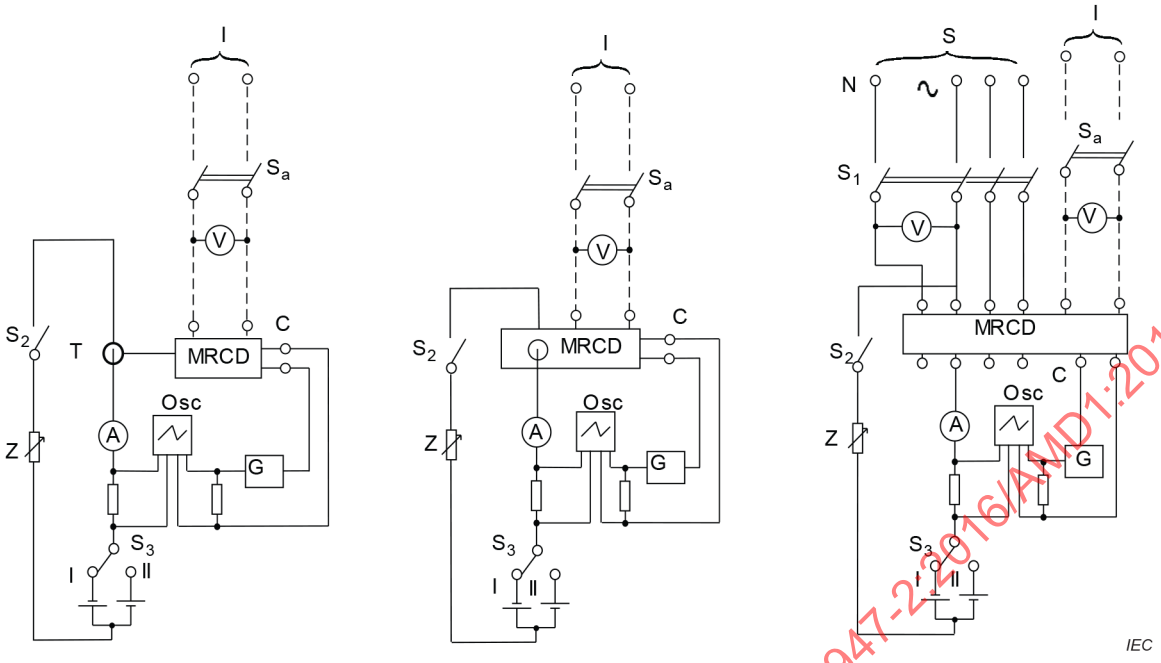
c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	S_3	double inverter switch
I	separate voltage source, if applicable	S_4	two-pole switch
V	voltmeter	S_a	auxiliary switch
A1	ammeter measuring d.c. current	Z1, Z2	adjustable impedances
A2	ammeter measuring a.c. current	T	sensing means
S_1	multi-pole switch	C	output circuit
S_2	single-pole switch	D	instrument indicating the change of status

Figure M.11 – Test circuits for the verification of operation in the case of a slowly rising residual smooth direct current

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) MRCD with separate sensing means

b) MRCD with integral sensing means

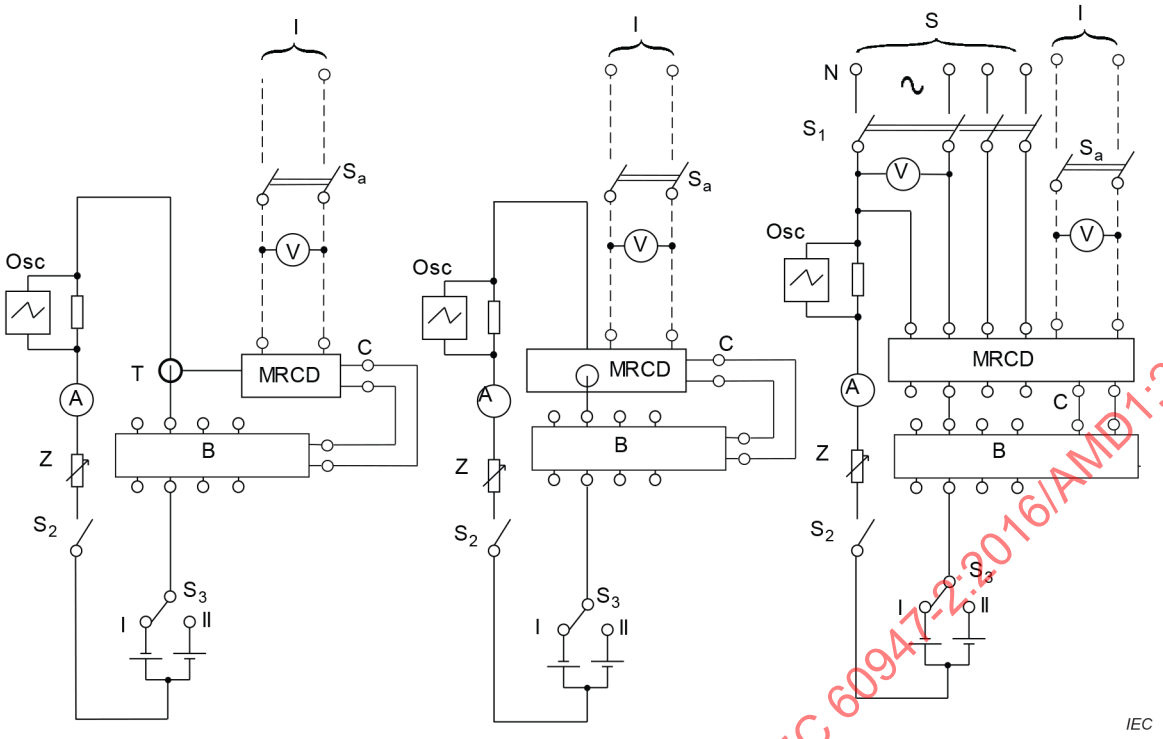
c) Terminal-type MRCD

Key

S	power supply	S_a	auxiliary switch
I	separate voltage source, if applicable	Z	adjustable impedance
V	voltmeter	T	sensing means
A	ammeter measuring d.c. current	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	G	generator
S_2	single-pole switch	Osc	oscilloscope
S_3	inverter switch		

Figure M.12 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual smooth direct current (without current-breaking device)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

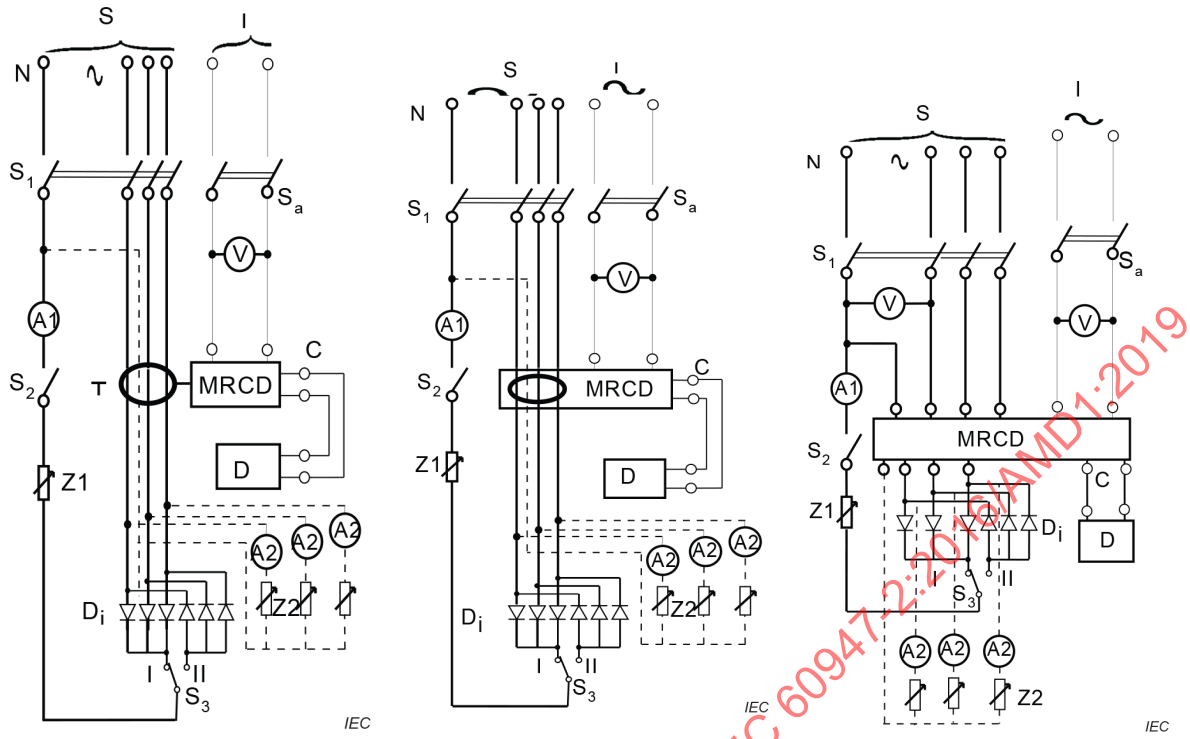
c) **Terminal-type MRCD**

Key

S	power supply	S_a	auxiliary switch
I	separate voltage source if applicable	Z	adjustable impedance
V	voltmeter	T	sensing means
A	ammeter measuring d.c. current	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	B	current breaking device
S_2	single-pole switch	Osc	oscilloscope
S_3	inverter switch		

Figure M.13 – Test circuits for the verification of operation in the case of a sudden appearance of residual smooth direct current (with current-breaking device)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing mean**

b) **MRCD with integral sensing means**

c) **Terminal-type MRCD**

Key

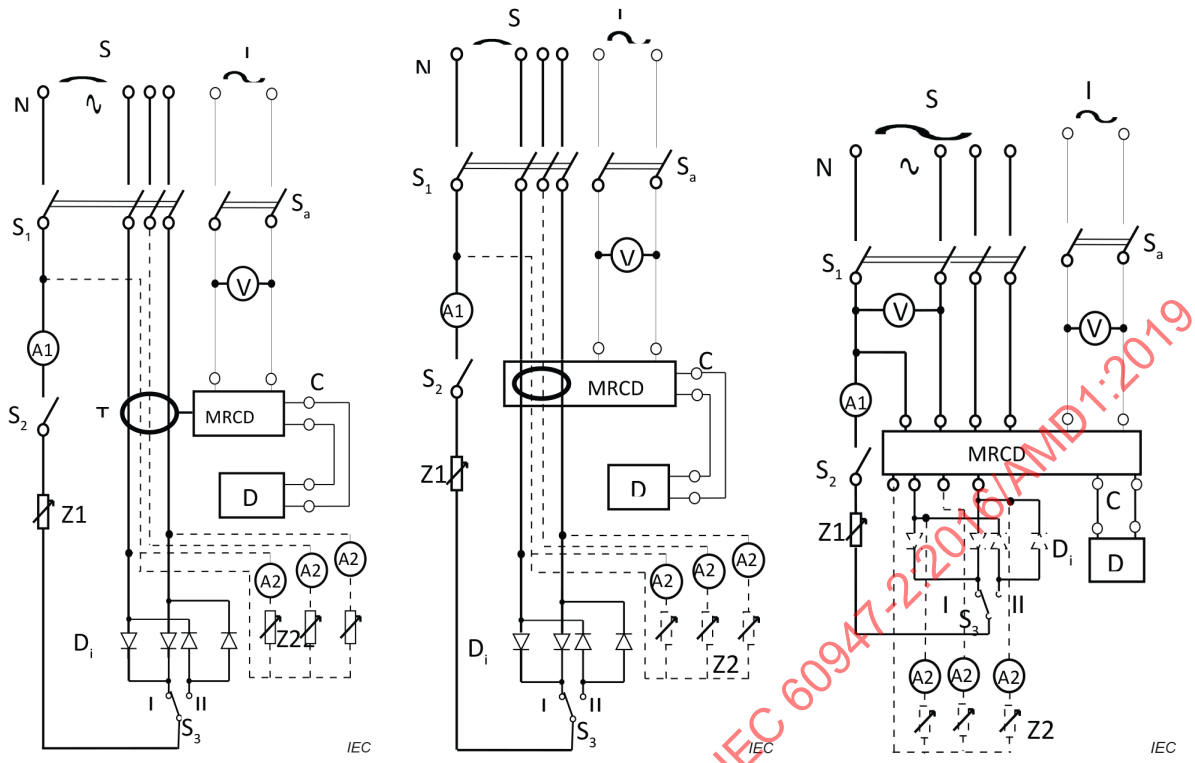
S	power supply	S_2	single-pole switch
I	separate voltage source, if applicable	S_a	auxiliary switch
V	voltmeter	Z1, Z2	adjustable impedances
A1	ammeter measuring a.c. current	T	sensing means
A2	ammeter measuring a.c. current	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	D	instrument indicating the change of status
		D_i	diodes

For verification of the operating time, the instrument D is replaced by an oscilloscope monitoring both the residual current and the MRCD output (see principle in Figure M.8 and Figure M.12).

For verification of the combination time, the instrument D is replaced by a current-breaking device whose main circuit is inserted in series with the residual current path. The combination time is measured with an oscilloscope monitoring the residual current (see principle in Figure M.9 and Figure M.13).

Figure M.14 – Test circuits for the verification of the correct operation in the case of residual direct currents which can result from rectifying circuits supplied from three phases

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) MRCD with separate sensing means

b) MRCD with integral sensing means

c) Terminal-type MRCD

Key

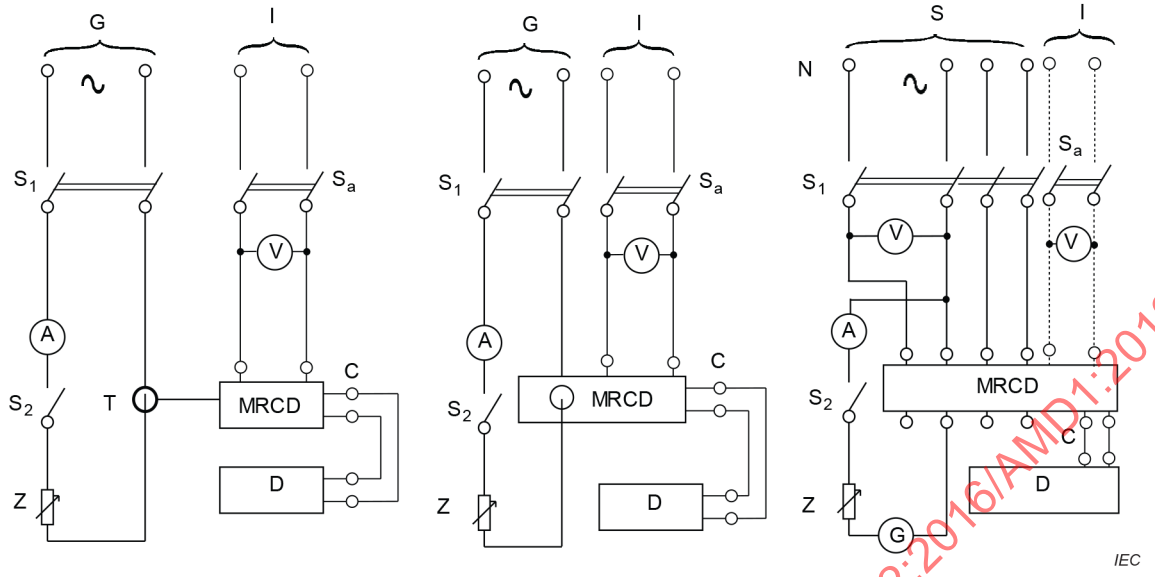
S	power supply	S_2	single-pole switch
I	separate voltage source, if applicable	S_a	auxiliary switch
V	voltmeter	Z1, Z2	adjustable impedances
A1	ammeter measuring a.c. current	T	sensing means
A2	ammeter measuring a.c. current	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	D	instrument indicating the change of status
D_i	diodes		

For verification of the operating time, the instrument D is replaced by an oscilloscope monitoring both the residual current and the MRCD output (see principle in Figure M.8 and Figure M.12).

For verification of the combination time, the instrument D is replaced by a current-breaking device whose main circuit is inserted in series with the residual current path. The combination time is measured with an oscilloscope monitoring the residual current (see principle in Figure M.9 and Figure M.13).

Figure M.15 – Test circuits for the verification of the correct operation in the case of residual direct currents which can result from rectifying circuits supplied from two phases

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) MRCD with separate sensing means

b) MRCD with integral sensing means

c) Terminal-type MRCD

Key

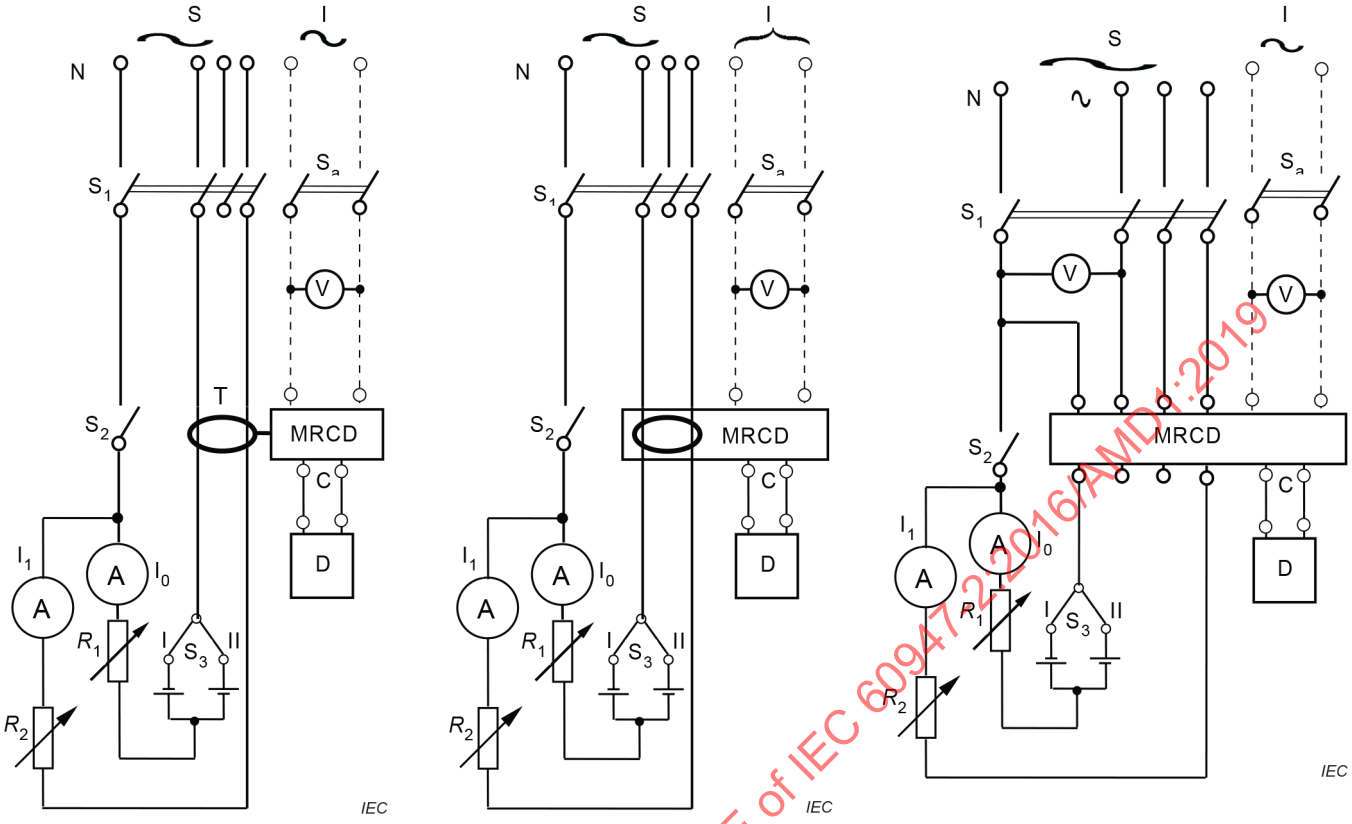
S	power supply	S_2	single-pole switch
I	separate voltage source, if applicable	S_a	auxiliary switch
V	voltmeter	Z	adjustable impedance
A	ammeter measuring a.c. current	T	sensing means
S_1	multi-pole switch	C	output circuit
G	generator	D	instrument indicating the change of status

For verification of the operating time, the instrument D is replaced by an oscilloscope monitoring both the residual current and the MRCD output (see principle in Figure M.8 and Figure M.12).

For verification of the combination time, the instrument D is replaced by a current-breaking device whose main circuit is inserted in series with the residual current path. The combination time is measured with an oscilloscope monitoring the residual current (see principle in Figure M.9 and Figure M.13).

Figure M.16 – Test circuits for the verification of correct operation in the case of composite residual currents and residual sinusoidal alternating current up to 1 000 Hz

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



a) **MRCD with separate sensing means**

b) **MRCD with integral sensing means**

c) **Terminal-type MRCD**

Key

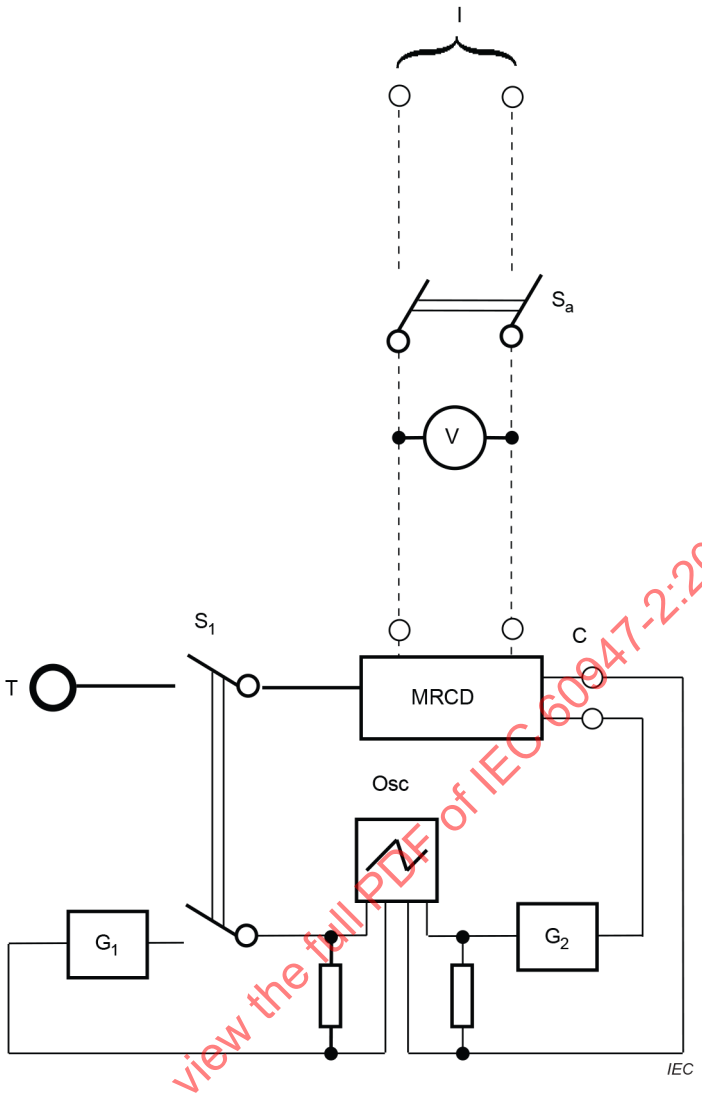
S	power supply	S_3	two-way switch
I	separate voltage source, if applicable	S_a	auxiliary switch
V	voltmeter	R_1, R_2	adjustable resistors
A	ammeter measuring a.c. current	T	sensing means
S_1	multi-pole switch	C	output circuit
S_2	single-pole switch	D	instrument indicating the change of status

For verification of the operating time, the instrument D is replaced by an oscilloscope monitoring both the residual current and the MRCD output (see principle in Figure M.8 and Figure M.12).

For verification of the combination time, the instrument D is replaced by a current-breaking device whose main circuit is inserted in series with the residual current path. The combination time is measured with an oscilloscope monitoring the residual current (see principle in Figure M.9 and Figure M.13).

Figure M.17 – Test circuits for the verification of the correct operation in the case of a residual alternating current superimposed on a smooth direct current

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

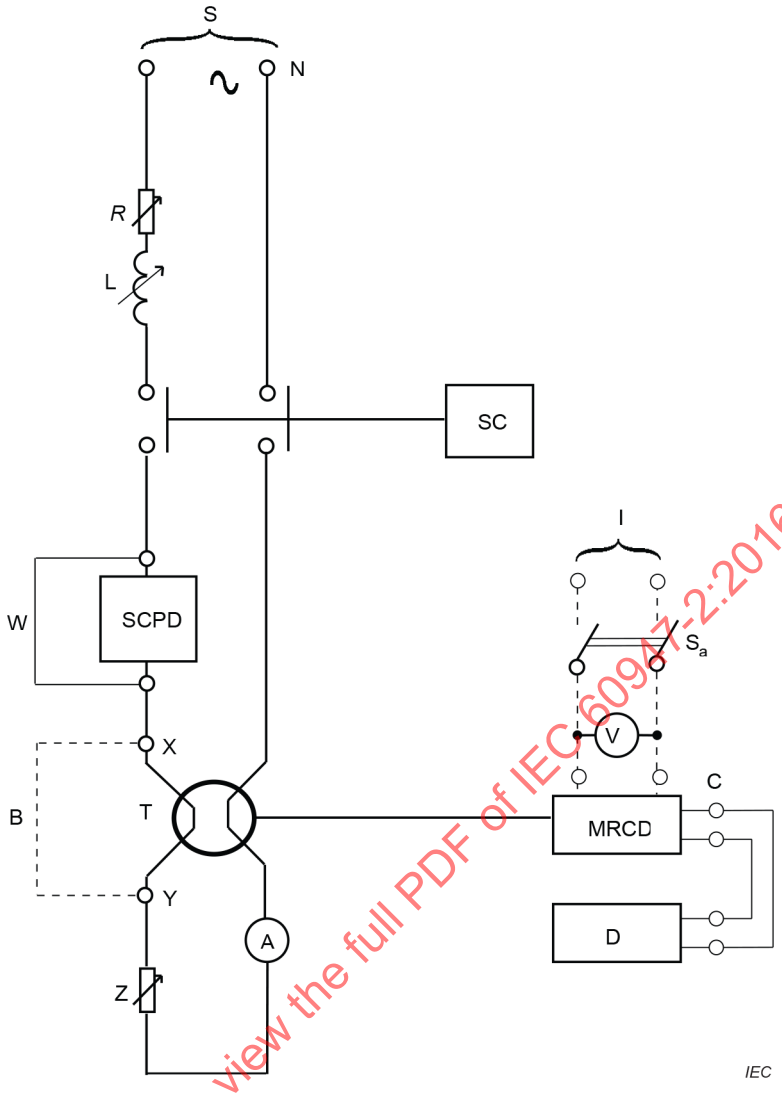


Key

I	separate voltage source, if applicable	T	sensing means
V	voltmeter	C	output circuit
S_1	multi-pole switch	G_1, G_2	generators
S_a	auxiliary switch	Osc	oscilloscope

Figure M.18 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCDs with separate sensing means in the case of a failure of the connection of the sensing means

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

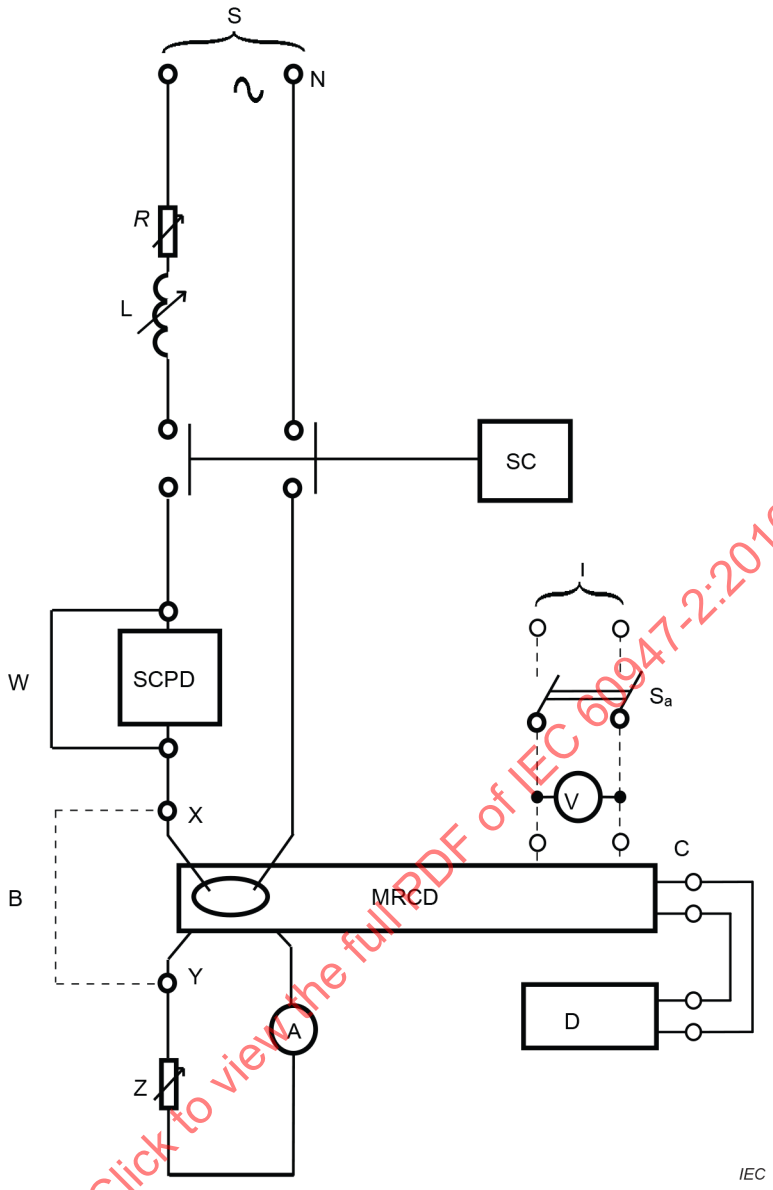


Key

S	power supply	L	adjustable reactor
I	separate voltage source, if applicable	*R*	adjustable resistor
V	voltmeter	Z	adjustable impedance
A	ammeter	T	sensing means
S_a	auxiliary switch	C	output circuit
SC	short-circuit switch	D	instrument indicating the change of status
W	temporary connection	SCPD	short-circuit protective device
B	connection for residual short-circuit test, replacing the connection through the sensing means		

Figure M.19 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with separate sensing means under short-circuit conditions

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

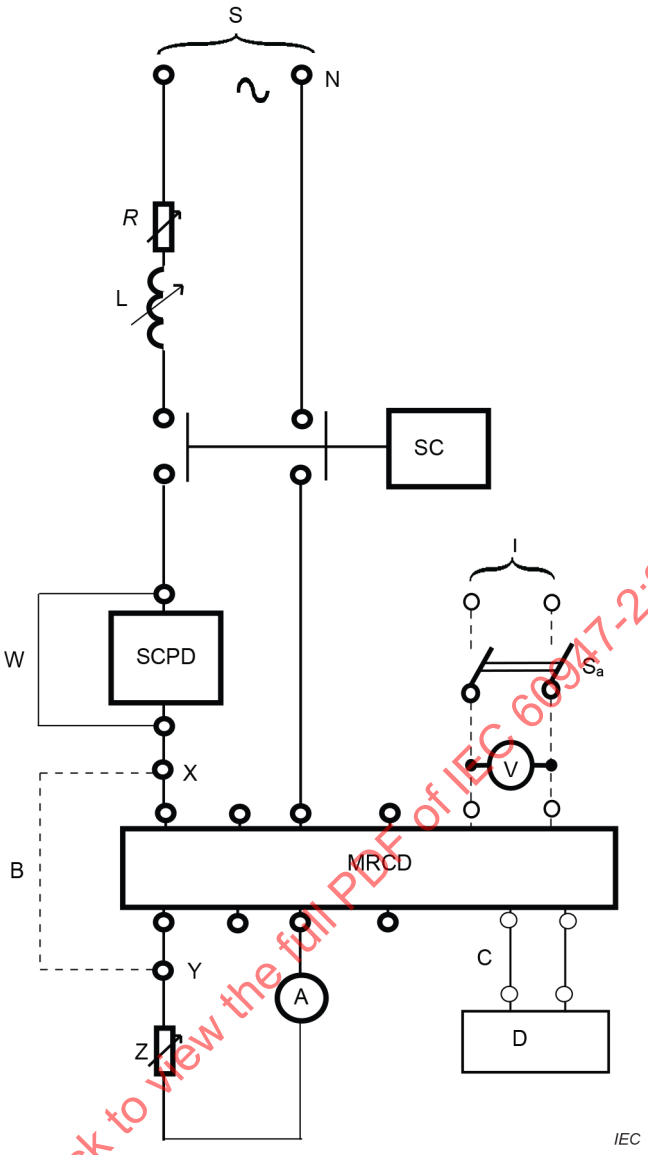


Key

S	power supply	B	connection for residual short-circuit test, replacing the connection through the sensing means
I	separate voltage source, if applicable	L	adjustable reactor
V	voltmeter	*R*	adjustable resistor
A	ammeter	Z	adjustable impedance
S_a	auxiliary switch	C	output circuit
SC	short-circuit switch	D	instrument indicating the change of status
W	temporary connection	SCPD	short-circuit protective device

Figure M.20 – Test circuit for the verification of the behaviour of MRCD with integral sensing means under short-circuit conditions

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Key

S	power supply	L	adjustable reactor
A	ammeter	*R*	adjustable resistor
S_a	auxiliary switch	Z	adjustable impedance
SC	short-circuit switch	C	output circuit
W	temporary connection	D	instrument indicating the change of status
B	connection for residual short-circuit test, replacing the connection through the sensing means	SCPD	short-circuit protective device

Figure M.21 – Test circuit for the verification of the behaviour of terminal-type MRCDs under short-circuit conditions

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

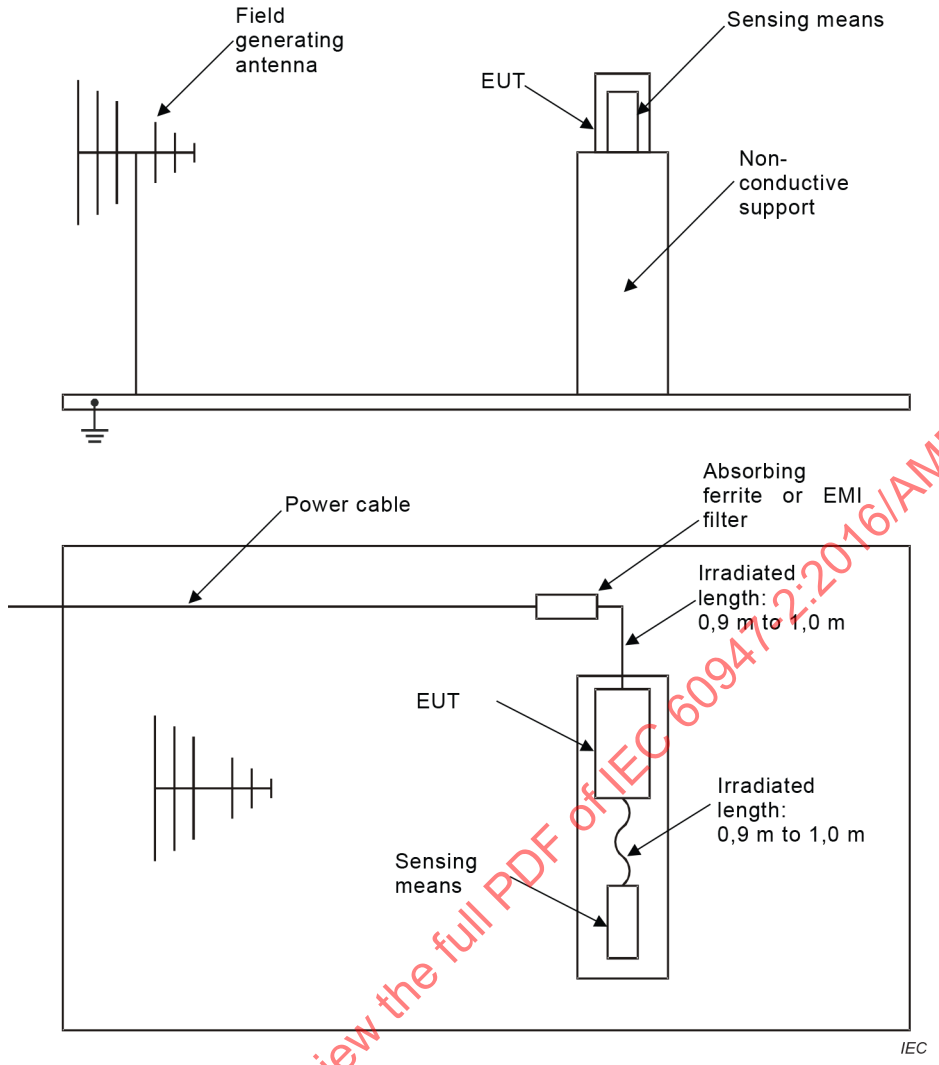


Figure M.22 – Verification of immunity to radiated RF electromagnetic fields – Test set-up for MRCDs with separate sensing means (in addition to the test of Annex B)

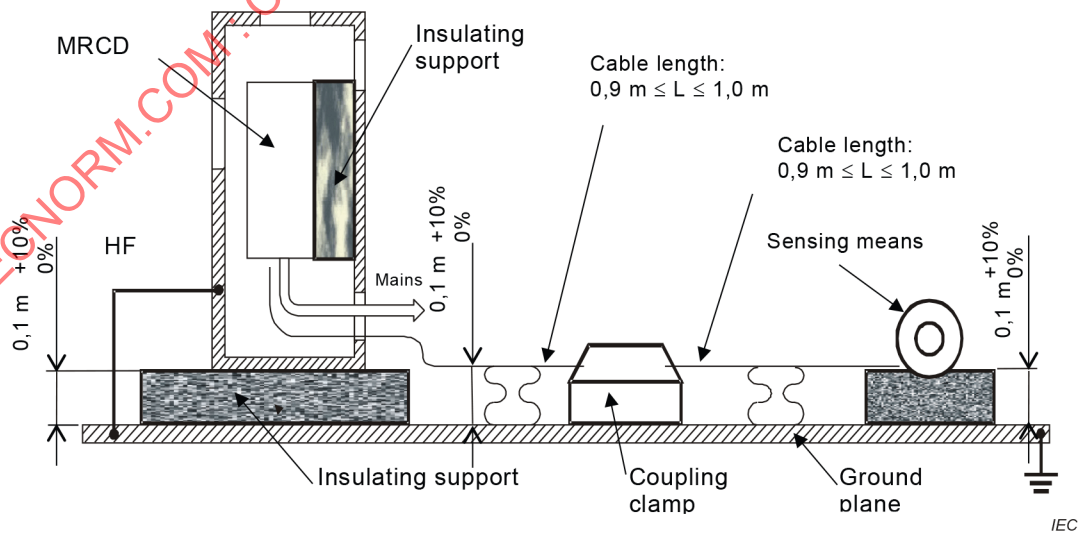
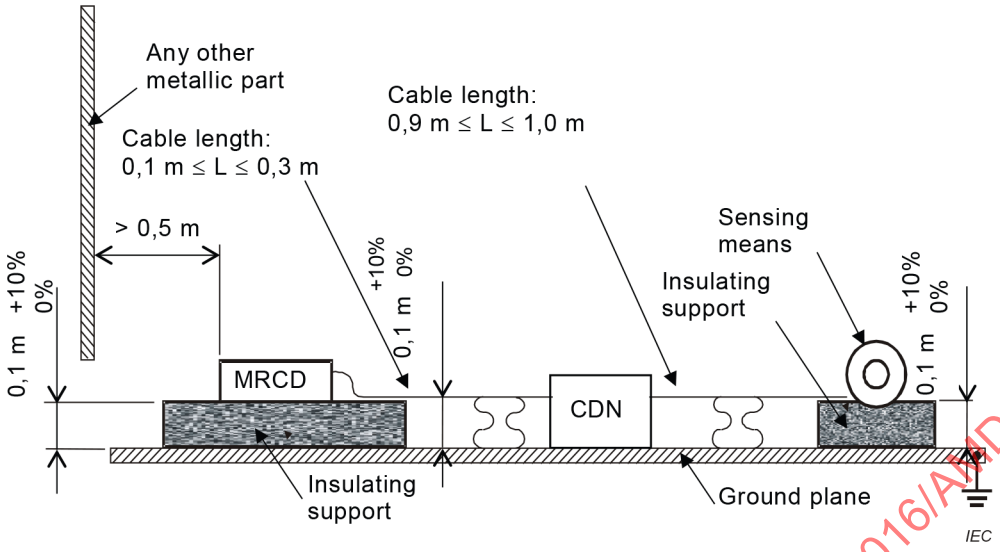


Figure M.23 – Verification of immunity to electrical fast transients/bursts (EFT/B) on the sensing means connection of an MRCD with separate sensing means (in addition to the test of Annex B)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Key

CDN coupling-decoupling network

Figure M.24 – Verification of immunity to conducted disturbances induced by RF fields – Test setup for MRCD with separate sensing means (in addition to the test of Annex B)

Annex N (normative) – Electromagnetic compatibility (EMC) – Additional requirements and test methods for devices not covered by Annex B, Annex F and Annex M

N.1.1 General

Replace, in the existing first sentence of the second paragraph, "closing coils" *with* "closing releases".

N.1.2 General test conditions

Replace, in the existing fourth paragraph, "closing coils" *with* "closing releases".

N.2.1.1 Test conditions

Replace, in the existing second and third paragraphs, "closing coils" *with* "closing releases".

N.2.1.3 Simplified functional verification

Replace, in the existing item c), "closing coil" *with* "closing release".

N.3.1 General

Replace, in the existing fifth and sixth paragraphs, "closing coils" *with* "closing releases".

Annex O (normative) – Instantaneous trip circuit-breakers (ICB)

O.4 Product information

Replace the existing third paragraph with the following new text and new table:

In addition, the ICB shall be marked in accordance with Table O.1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table O.1 – Product information

Item	Information	Marking location
O1.1	Initialism "ICB"	Visible
O2.1	Rated instantaneous short-circuit current setting I_i (see 2.20) (actual values or multiples of rated current)	Marked
Key Visible: visible from the front when the circuit-breaker is installed as in service and the actuator is accessible Marked: marked on the product		

Annex P (normative) – DC circuit-breakers for use in photovoltaic (PV) applications

P.4 Characteristics of PV circuit-breakers

Replace the existing third paragraph with the following new paragraph:

Rated impulse withstand voltage (U_{imp}) of PV circuit-breakers shall comply with Table P.1.

P.5 Product information

Replace the existing text of this clause with the following new text and new table:

Clause 5 applies with the modifications and additions listed in Table P.3.

Circuit-breakers rated for use not only in PV applications shall have the ratings U_e and corresponding I_{cu}/I_{cs} in accordance with this annex clearly separated from the ratings in accordance with the body of this document.

Table P.3 – Product information

Item	Information	Marking location
P2.1	IEC 60947-2:2016 – Annex P,	Marked
P3.1	Method and diagram of series connection of poles, as necessary for each rating	Literature
Key Marked: marked on the product Literature: provided in the manufacturer's literature		

Annex R (normative) – Circuit-breakers incorporating residual current protection with automatic re-closing functions

R.5 Marking and instructions

Replace the existing text of this clause with the following new text and new table:

Clause 5 and Clause B.5 apply with the additions listed in Table R.2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Table R.2 – Product information

Item	Information	Marking location
R1.1	Indication of the two positions of the selector switch: "automatic reclosing" and "manual reclosing"	Visible
R2.1	Rated control circuit supply voltage (U_s) of the CBAR, if applicable	Marked
R2.2	Rated automatic reclosing operating residual current ($I_{\Delta ar}$)	Marked
R2.3	Meaning of the indicators (e.g. lamps), if applicable	Marked
R3.1	Procedure for replacement of any built-in fuse	Literature
R3.2	Procedure for the connection of the earth terminal when necessary for the automatic reclosing function	Literature
R3.3	Reset time and corresponding maximum number of reclosing operations	Literature
R3.4	Monitoring time and reclosing time for type M CBARs	Literature
R3.5	Reclosing time delay for type TD CBARs	Literature
Key		
Visible:	visible from the front when the circuit-breaker is installed as in service and the actuator is accessible	
Marked:	marked on the product	
Literature:	provided in the manufacturer's literature	

R.8.7 Verification of residual short-circuit making and breaking capacity

*Replace, in the existing third paragraph, the reference to "*B.8.10.4.2*" with "*B.8.11.4 b*)".*

R.8.8 Verification of the automatic reclosing function after the test sequences of Clause B.8

*Replace, in the existing first paragraph, the reference to "*B.8.1.1.2*" with "*B.8.1.2.1*".*

Bibliography

Delete the existing reference to IEC/TR 60755:2008.

Add the following new references to the existing list:

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60364-5-52, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 60479-2, *Effects of current on human beings and livestock – Part 2: Special aspects*

IEC 60695-2-11:2014, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

IEC 60755, *General requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60898-1, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61238-1 (all parts), *Compression and mechanical connectors for power cables – Part 1: Test methods and requirements*

UL 486E, *Standard for Equipment Wiring Terminals for Use with Aluminum and/or Copper Conductors*

BIS IS 13947-1 (R2004)[1], *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

1 IS 13947-1 has been withdrawn.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 121A: Appareillage à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
121A/286/FDIS	121A/302/RVD

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

Le comité a décidé que le contenu de cet amendement et de la publication de base 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

1.1 Domaine d'application et objet

Remplacer le premier alinéa existant par le suivant:

La présente partie de la série IEC 60947 est applicable aux disjoncteurs destinés à être installés et utilisés par des personnes qualifiées ou compétentes, et dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu; elle contient aussi des exigences supplémentaires pour les disjoncteurs à fusibles incorporés.

Remplacer le 16^{e} alinéa existant par le suivant:

Des exigences particulières ou supplémentaires peuvent être nécessaires pour certaines applications spécifiques (par exemple: traction, laminoirs, service à bord des navires, circuits en aval de dispositifs d'entraînement à fréquence variable, utilisation dans des atmosphères explosives).

1.2 Références normatives

Remplacer les références existantes à l'IEC 61000-4-2, l'IEC 61140, et au CISPR 11 par les nouvelles références suivantes:

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*
CISPR 11:2015/AMD1:2016

Supprimer les références existantes à l'IEC 60364 (toutes les parties), à l'IEC 61000-3-2, à l'IEC 61000-3-3 et à la CISPR 22.

Ajouter les nouvelles références normatives suivantes à la liste existante:

IEC 60228, *Ames des câbles isolés*

IEC 61545, *Dispositifs de connexion – Dispositifs pour la connexion des câbles en aluminium dans un organe de serrage en matière quelconque et des câbles en cuivre dans des organes de serrage en aluminium*

CISPR 32:2015, *Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'émission*

Ajouter, après la définition 2.22 existante, la nouvelle définition suivante:

2.23
déclencheur de fermeture
bobine de fermeture
auxiliaire alimenté par une source de tension qui déclenche la fermeture du disjoncteur

Note 1 à l'article: Un déclencheur de fermeture est un appareil auxiliaire du disjoncteur, différent de l'"appareil de fermeture" mentionné dans les figures de l'Annexe A et dans l'IEC 60947-1, qui fait partie du montage d'essai et qui est destiné à établir le courant de court-circuit.

4.7.1 Types

Renuméroter le point existant "4) autres déclencheurs." *en* "5) autres déclencheurs.".

Ajouter le nouveau point "4) déclencheur de fermeture;".

4.7.2 Caractéristiques

Modifier le point existant 1) comme suit: "1) déclencheur shunt et déclencheur à minimum de tension (déclencheurs d'ouverture), et déclencheur de fermeture:"*, en conservant inchangés les points précédés par des tirets.*

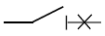
5.2 Marquage

Remplacer le texte existant, comprenant tous les points de liste à puce balisés par une lettre, par le nouveau texte et le Tableau 13 suivants:

Chaque disjoncteur doit être marqué de façon indélébile; les données à stipuler et les emplacements correspondants sont indiqués dans le Tableau 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau 13 – Informations sur le matériel

Elément	Information	Emplacement du marquage
1.1	courant assigné (I_n)	Visible
1.2	aptitude au sectionnement, s'il y a lieu, avec le symbole  (IEC 60617-S00288:2001-07 combiné avec l'IEC 60617-S00219:2001-07)	Visible
1.3	indications des positions d'ouverture et de fermeture, respectivement par O (IEC 60417-5008:2002-10) et I (IEC 60417-5007:2002-10) si des symboles sont utilisés (voir 7.1.6.1 de l'IEC 60947-1:2007)	Visible
2.1	nom du fabricant ou marque de fabrique	Marqué
2.2	désignation du type ou référence du catalogue	Marqué
2.3	IEC 60947-2 si le fabricant déclare la conformité à la norme	Marqué
2.4	catégorie de sélectivité A ou B	Marqué
2.5	tension(s) assignée(s) d'emploi U_e (voir 4.3.2.1, et le cas échéant, l'Annexe H)	Marqué
2.6	incompatibilité avec les réseaux IT, le cas échéant, avec le symbole (IEC 60417-6363:2016-07)	Marqué
2.7	tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})	Marqué
2.8	valeur (ou plage) de la fréquence assignée et/ou indication "courant continu" (ou le symbole ⎓ (IEC 60417-5031:2002-10))	Marqué
2.9	pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit (I_{cs}) à la tension assignée correspondante (U_e)	Marqué
2.10	pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit (I_{cu}) à la tension assignée correspondante (U_e)	Marqué
2.11	courant assigné de courte durée admissible (I_{cw}) et retard de courte durée correspondant pour la catégorie de sélectivité B	Marqué
2.12	plage de courant de réglage (I_r) du déclencheur de surcharge réglable	Marqué [a]
2.13	plage du courant assigné de court-circuit instantané (I), pour les déclencheurs réglables	Marqué [a]
2.14	température de référence pour les déclencheurs thermiques non compensés, si elle est différente de 30 °C	Marqué
2.15	identification des bornes, conformément au paragraphe 7.1.8.4 de l'IEC 60947-1:2007	Marqué
2.16	bornes d'alimentation et de charge, le cas échéant	Marqué
2.17	bornes du pôle neutre, le cas échéant, par la lettre N	Marqué
2.18	borne de terre de protection, le cas échéant, par le symbole (IEC 60417-5019:2006-08) (voir 7.1.10.3 de l'IEC 60947-1:2007)	Marqué
3.1	pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (I_{cm}), s'il est supérieur à celui spécifié en 4.3.6.1	Documentation
3.2	tension assignée d'isolement (U_i), si elle est supérieure à la tension assignée d'emploi maximale	Documentation
3.3	degré de pollution s'il est autre que 3	Documentation
3.4	courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{the}), s'il est différent du courant assigné	Documentation
3.5	code IP, le cas échéant (voir Annexe C de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010)	Documentation
3.6	taille minimale de l'enveloppe et, s'il y a lieu, données concernant la ventilation, auxquelles s'appliquent les caractéristiques assignées marquées	Documentation

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Elément	Information	Emplacement du marquage
3.7	distance minimale entre le disjoncteur et les parties métalliques reliées à la terre pour les disjoncteurs destinés à être utilisés sans enveloppe	Documentation
3.8	aptitude à l'environnement A ou B conformément à l'Annexe J, suivant le cas	Documentation
3.9	détection sensible à la valeur efficace, le cas échéant, conformément à F.4.1.1	Documentation
3.10	section minimale du câble, si différente de la valeur donnée dans le Tableau 9 de l'IEC 60947-1:2007, pour les calibres ≤ 20 A en fonction du pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit I_{cu}	Documentation
3.11	valeurs du couple de serrage pour les bornes du disjoncteur	Documentation
3.12	déclassement du courant pour les bornes et les connexions, le cas échéant	Documentation
4.1	pour les déclencheurs de fermeture (voir 2.23) et/ou les commandes motorisées, tension assignée du circuit de commande, type de courant et fréquence assignée dans le cas du courant alternatif	Aux
4.2	tension assignée du circuit de commande du déclencheur shunt et/ou du déclencheur à minimum de tension (ou du déclencheur à manque de tension), type de courant et fréquence assignée dans le cas du courant alternatif	Aux
4.3	courant assigné des déclencheurs indirects à maximum de courant	Aux
4.4	nombre et type des contacts auxiliaires, courants assignés d'emploi aux tensions assignées d'emploi, et fréquence assignée dans le cas du courant alternatif	Aux
Légende		
Visible:	visible depuis le devant lorsque le disjoncteur est installé en configuration de service et que l'organe de commande est accessible	
Marqué:	marqué sur le disjoncteur	
Documentation:	spécifié dans la documentation du fabricant	
Aux:	marqué sur les auxiliaires ou sur le disjoncteur, si l'espace est suffisant pour le marquage; les informations doivent en outre être disponibles dans la documentation du fabricant	
[a] Le cas échéant, les plages I_r et I_i peuvent être affichées au lieu d'être marquées sur le disjoncteur.		

5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

Le paragraphe 5.3 de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 est applicable, avec le complément suivant:

Des informations supplémentaires sur la mise hors service et le démantèlement du disjoncteur doivent être fournies à l'utilisateur dans le cas d'une condition dangereuse prévisible, résultant par exemple de l'énergie emmagasinée ou de substances dangereuses.

7.1.1 Généralités

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

Le paragraphe 7.1 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014 est applicable avec les modifications suivantes:

Les exigences du paragraphe 7.1.2 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014 ne sont pas applicables aux pièces présentant une masse inférieure à 2 g (masse négligeable, conformément au 3.14 de l'IEC 60695-2-11:2014). Pour les matériels contenant plusieurs petites pièces, la masse totale des pièces non soumises à essai situées à proximité immédiate les unes des autres ne doit pas dépasser 10 g. L'appréciation de la proximité doit être établie par une évaluation technique tenant compte du risque de propagation d'incendie.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Lorsque, dans le paragraphe 7.1.2.2 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010/AMD2:2014, la température d'essai doit être spécifiée, la valeur exigée par le présent document pour les pièces nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant est de:

– 960 °C pour le circuit principal,
– 850 °C pour les autres circuits.

7.2.2.3 Circuit principal

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

Le circuit principal d'un disjoncteur, y compris les déclencheurs à maximum de courant pouvant lui être associés, doit pouvoir supporter son courant assigné I_n, dans les conditions de l'Article 8, sans que les échauffements ne dépassent les limites spécifiées dans le Tableau 7.

8.3 Essais de type

Remplacer le dernier alinéa existant par le nouvel alinéa suivant:

Un index alphabétique est donné ci-après pour situer plus facilement une condition d'essai ou un essai. Cet index comprend les termes qui seront le plus vraisemblablement employés (et pas forcément les termes exacts qui figurent dans le titre des paragraphes correspondants).

8.3.1.3 Applicabilité des séquences selon la relation entre les caractéristiques assignées de court-circuit

Remplacer, dans l'index alphabétique des essais, dans la ligne "Déclencheurs de surcharge (vérification des)", *la référence* "8.3.4.5" *par* "8.3.4.6".

Tableau 9 – Schéma d'ensemble des séquences d'essai[a]

Cette correction ne s'applique qu'à la langue anglaise.

Tableau 9b – Applicabilité des essais ou des séquences d'essai aux disjoncteurs unipolaires, bipolaires et tétrapolaires selon le programme alternatif 1 de 8.3.1.4

Remplacer le texte existant de la note de bas de tableau "[C]" *par le nouveau texte suivant*:

[C] Essai à la valeur correspondant au maximum de kVA (I_{cu} × U_e correspondant).

Tableau 9c – Applicabilité des essais ou des séquences d'essai aux disjoncteurs unipolaires, bipolaires et tripolaires selon le programme alternatif 2 de 8.3.1.4

Remplacer le texte existant de la note de bas de tableau "[C]" *par le nouveau texte suivant*:

[C] Essai à la valeur correspondant au maximum de kVA (I_{cu} × U_e correspondant).

8.3.2.1 Exigences générales

Remplacer le deuxième alinéa existant après la note par le nouvel alinéa suivants:

Pour les essais à l'air libre relatifs au fonctionnement en surcharge, au court-circuit, et le cas échéant à la tenue au courant de courte durée admissible, un écran métallique doit être placé sur toutes les faces du disjoncteur conformément aux instructions du fabricant. Les détails, y compris les distances du disjoncteur par rapport à l'écran métallique, doivent être consignés dans le rapport d'essai.

Remplacer le cinquième alinéa existant avant le Tableau 10 par ce qui suit:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Les couples de serrage à appliquer aux vis des bornes doivent être conformes aux instructions du fabricant (voir Tableau 13, point 3.11).

Tableau 10 – Nombre d'échantillons pour les essais

Cette correction ne s'applique qu'à la langue anglaise.

8.3.2.5 Conditions d'essai pour les essais d'échauffement

Remplacer le cinquième alinéa existant par le nouvel alinéa suivant:

Pour les disjoncteurs tétrapolaires, un essai doit d'abord être réalisé sur les 3 pôles de phase; pour le pôle neutre, l'essai supplémentaire en courant monophasé du 8.3.3.3.4 de l'IEC 60947-1:2007 est applicable uniquement lorsqu'il y a une différence de construction entre le pôle neutre et les pôles de phase (voir 7.1.6), auquel cas le courant d'essai est le courant assigné du pôle neutre.

8.3.2.6.4.2 Essais sur disjoncteurs unipolaires, bipolaires et tripolaires

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

8.3.2.6.4.2 Essais communs aux disjoncteurs unipolaires, bipolaires, tripolaires et tétrapolaires

8.3.2.6.4.3 Essais de disjoncteurs tétrapolaires

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

8.3.2.6.4.3 Essais supplémentaires sur les disjoncteurs tétrapolaires

Supprimer le premier alinéa existant.

Remplacer les deuxième et troisième alinéas existants par les nouveaux alinéas suivants:

Des séquences de manœuvres supplémentaires doivent être effectuées sur un ou plusieurs échantillons neufs, conformément au Tableau 10, sur le quatrième pôle et le pôle adjacent, conformément à la séquence d'essai III ou V, suivant le cas, et à la séquence d'essai IV le cas échéant. Cette exigence s'applique même lorsque la séquence d'essai III est remplacée par la séquence d'essai II (I_{cu} = I_{cs}) ou lorsque la séquence d'essai IV est remplacée par la séquence d'essai VI (I_{cw} = I_{cs}), c'est-à-dire que des essais supplémentaires conformément à la séquence d'essai III ou V, et à la séquence d'essai IV, suivant le cas, sont exigés.

En variante, à la demande du fabricant, ces essais peuvent être combinés avec les essais de 8.3.2.6.4.2 et réalisés sur les mêmes échantillons, auquel cas l'essai dans chaque séquence d'essai appropriée doit comprendre:

– l'essai des trois pôles adjacents de phase,
– l'essai du quatrième pôle et du pôle adjacent.

8.3.3.2.2 Déclencheurs de court-circuit

Cette correction ne s'applique qu'à la langue anglaise.

8.3.3.2.3 Déclencheurs de surcharge

a) Déclencheurs instantanés ou à retard indépendant

Remplacer, dans le dernier alinéa existant, "(voir 8.3.3.2.3)" *par* "(voir 8.3.3.2.1)".

b) Déclencheurs à temps inverse

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Remplacer, dans le deuxième alinéa existant, "(voir 8.3.3.2.4)" *par* "(voir 8.3.3.2.1)".

Remplacer, dans le troisième alinéa existant, "voir 4.7.3 et point b) de 5.2" *par* "voir 4.7.3 et Tableau 13 point 2.14".

8.3.3.4.2.2 Fonctionnement mécanique

Remplacer, dans le premier tiret existant, "l'appareil de fermeture" *par* "le déclencheur de fermeture".

8.3.3.4.3 Aptitude au fonctionnement en service sans courant

Remplacer, dans la deuxième phrase existante du 7ème alinéa, "appareil électrique ou pneumatique de fermeture" *par* "déclencheur électrique ou pneumatique de fermeture".

8.3.3.4.4 Aptitude au fonctionnement en service avec courant

Remplacer, dans la deuxième phrase existante du 6e alinéa, "appareil électrique ou pneumatique de fermeture" *par* "déclencheur électrique ou pneumatique de fermeture".

8.3.3.6.2 Tension d'essai

Remplacer le premier alinéa existant par ce qui suit:

Le paragraphe 8.3.3.4.1, point 4) b), de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 est applicable.

Supprimer le deuxième alinéa existant.

8.3.6.5 Essai de pouvoir de coupure en court-circuit au courant maximal de courte durée admissible

Ajouter, à la fin du dernier alinéa existant, la nouvelle phrase suivante:

"; cette exception est également applicable à l'essai sur le quatrième pôle et le pôle adjacent, conformément à 8.3.2.6.4.3."

Annexe A – Coordination entre un disjoncteur et un autre appareil de protection contre les courts-circuits associés dans le même circuit

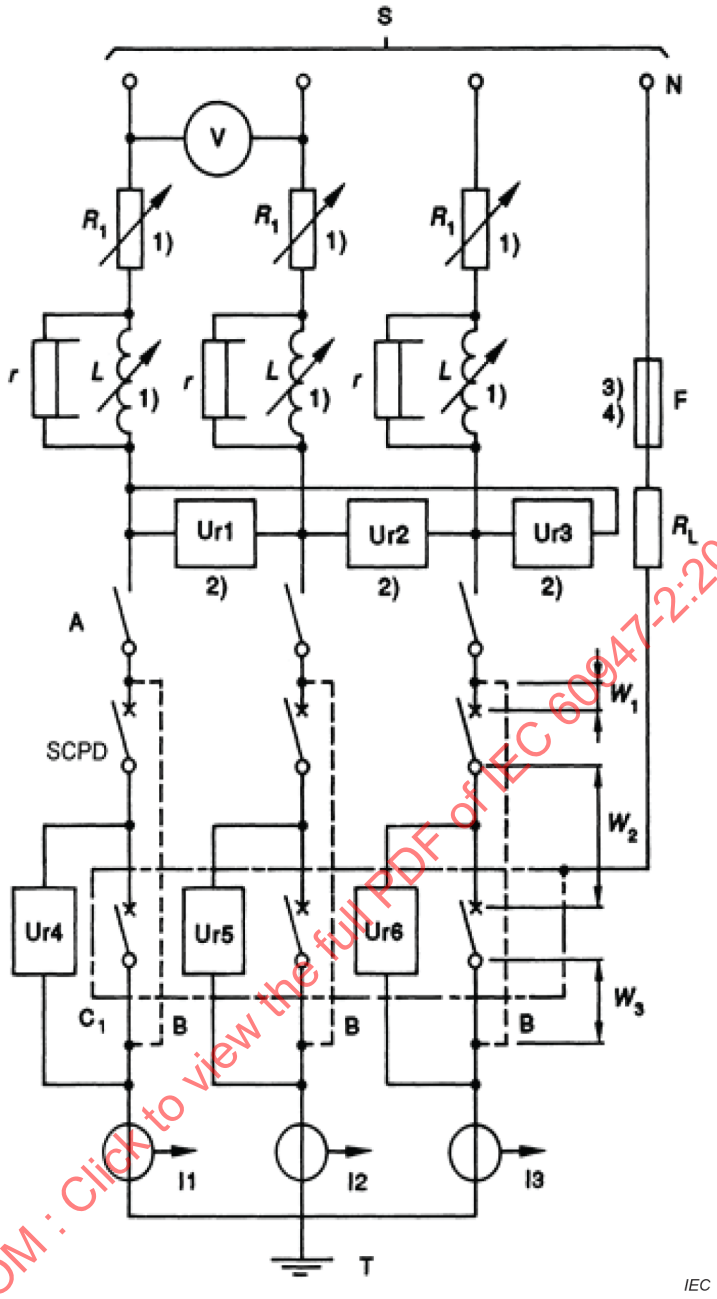
A.1 Généralités

Ajouter, dans l'antépénultième alinéa existant, une parenthèse de fermeture ")" après "*2.17.3*".

Figure A.4 – Exemple de circuit d'essai pour les essais de pouvoir de coupure en court-circuit conditionnel montrant les connexions d'un disjoncteur triphasé (C_1)

Remplacer la figure existante par la nouvelle figure suivante:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Remplacer le premier alinéa existant, par le nouvel alinéa suivant:

Les charges réglables L et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation.

Figure A.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la sélectivité

Remplacer le premier alinéa existant, par le nouvel alinéa suivant:

Les charges réglables L et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation.

Annexe B – Disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel

Remplacer l'annexe existante par la nouvelle annexe suivante:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Annexe B
(normative)

Disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel

B.1 Généralités

B.1.1 Préambule

Pour assurer la protection contre les dangers occasionnés par les chocs électriques, des appareils agissant sous l'effet des courants différentiels résiduels sont utilisés comme mesure de protection. Ces appareils sont fréquemment utilisés en conjonction avec un disjoncteur ou comme partie intégrante de celui-ci pour répondre à un double objectif, c'est-à-dire:

– assurer la protection des installations contre les surcharges et contre les courants de court-circuit;

– assurer la protection des personnes contre les contacts indirects, c'est-à-dire les augmentations dangereuses du potentiel à la terre dues à une isolation défectueuse.

NOTE 1 Dans l'IEC 61140:2016, le terme "protection des personnes contre les contacts indirects" est remplacé par "protection en cas de défaut".

Les appareils à courant différentiel résiduel peuvent assurer également une protection supplémentaire contre les dangers d'incendie ou autres dangers qui peuvent se développer à la suite d'un défaut à la terre de nature persistante ne pouvant pas être détecté par l'appareil de protection contre les surintensités.

Les appareils à courant différentiel résiduel dont le courant différentiel résiduel assigné ne dépasse pas 30 mA sont également utilisés comme moyens de protection supplémentaires contre les contacts directs en cas de défaillance des dispositifs de protection prévus.

NOTE 2 Dans l'IEC 61140:2016, le terme "protection des personnes contre les contacts directs" est remplacé par "protection principale".

Les exigences pour l'installation de tels appareils sont spécifiées dans les différentes sections de la série IEC 60364.

La présente annexe inclut des définitions, des exigences supplémentaires et des essais pour les disjoncteurs à protection incorporée par courant différentiel résiduel de type B, pour couvrir l'utilisation de nouvelles technologies électroniques dans les matériels pouvant engendrer des courants différentiels résiduels particuliers, non couverts par les caractéristiques du type AC ou du type A.

NOTE 3 La présente annexe satisfait aux exigences pertinentes de l'IEC 60755.

B.1.2 Domaine d'application et objet

La présente annexe est applicable aux disjoncteurs assurant la protection par courant différentiel résiduel (DPR). Elle contient les exigences pour les appareils qui assurent à la fois la détection des courants différentiels résiduels, comparent ces mesurages à une valeur réglée au préalable et provoquent la coupure du circuit protégé lorsque cette valeur est dépassée.

La présente annexe est applicable:

- aux disjoncteurs conformes au présent document pour lesquels la fonction de courant différentiel résiduel constitue une partie intégrée (désignés ci-après DPR intégrés);

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

- aux DPR combinant un appareil à courant différentiel résiduel (désignés ci-après unités c.r.) et un disjoncteur conforme au présent document; ils peuvent être combinés, mécaniquement et électriquement, soit en usine, soit sur le site par l'utilisateur, suivant les instructions du fabricant.

La présente annexe couvre les DPR de type AC, de type A et de type B (voir B.4.4).

La présente annexe n'est applicable qu'aux DPR destinés à être utilisés dans des circuits à courant alternatif.

NOTE Les organes de détection du courant du neutre peuvent, le cas échéant, être extérieurs au disjoncteur ou à la combinaison disjoncteur-appareil à courant différentiel résiduel, suivant le cas.

La fonction "courant différentiel résiduel" des DPR visés par la présente annexe peut ou non dépendre fonctionnellement de la tension d'alimentation. Les DPR dépendant d'une autre source d'alimentation ne sont pas visés par la présente annexe.

La présente annexe n'est pas applicable aux matériels dont les organes de détection du courant (à l'exception des organes de détection du courant du neutre) ou l'appareil de traitement sont montés séparément du disjoncteur. Les exigences pour de tels appareils sont données à l'Annexe M.

La présente annexe a pour objet de spécifier:

a) les caractéristiques spécifiques de la fonction de courant différentiel résiduel;

b) les exigences spécifiques auxquelles doivent satisfaire les DPR:
   – dans les conditions normales du circuit;
   – dans les conditions anormales du circuit, qu'elles se rapportent ou non au courant différentiel résiduel;

c) les essais qui doivent être effectués pour vérifier la conformité aux exigences du point b) ci-dessus, ainsi que les modes opératoires d'essai appropriés, comprenant les essais de compatibilité électromagnétique;

d) les informations correspondantes sur le matériel.

B.2 Termes et définitions

En complément de l'Article 2 du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent:

B.2.1 Termes et définitions relatifs aux courants circulant entre les parties actives et la terre

B.2.1.1
courant de défaut à la terre
courant qui s'écoule à la terre lors d'un défaut d'isolement

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-01-23]

B.2.1.2
courant de fuite à la terre
courant qui s'écoule des parties actives de l'installation à la terre, en l'absence de tout défaut d'isolement

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-01-24]

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.2.2 Termes et définitions relatives à l'alimentation d'un DPR

B.2.2.1
grandeur d'alimentation
grandeur électrique qui, seule ou en combinaison avec d'autres grandeurs électriques, doit être appliquée à un DPR pour qu'il puisse fonctionner dans des conditions spécifiées

B.2.2.2
grandeur d'alimentation d'entrée
grandeur d'alimentation par laquelle le DPR est mis en action, lorsqu'elle est appliquée dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: Ces conditions peuvent impliquer, par exemple, l'alimentation de certains organes auxiliaires.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-58, modifiée – Dans la définition, "dispositif de coupure différentiel" a été remplacé par "DPR".]

B.2.2.3
courant différentiel résiduel
I_{Δ}
somme vectorielle des courants qui circulent dans le circuit principal du DPR, exprimée en valeur efficace

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-19, modifiée – La définition a été adaptée pour s'appliquer aux DPR.]

B.2.2.4
courant différentiel résiduel de fonctionnement
$I_{\Delta n}$
valeur du courant différentiel résiduel qui fait fonctionner le DPR dans des conditions spécifiées

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-20, modifiée – Dans le terme, "résiduel" a été ajouté, et dans la définition, "dispositif de coupure différentiel" a été remplacé par "DPR".]

B.2.2.5
courant différentiel résiduel de non-fonctionnement
$I_{\Delta no}$
valeur du courant différentiel résiduel pour laquelle (et au-dessous de laquelle) le DPR ne fonctionne pas dans des conditions spécifiées

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-21, modifiée – Symbole introduit, dans le terme, "résiduel" a été ajouté et, dans la définition, "dispositif de coupure différentiel" a été remplacé par "DPR".]

B.2.3 Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions des DPR

B.2.3.1
disjoncteur à protection par courant différentiel résiduel incorporée
DPR
disjoncteur (voir 2.1) conçu pour provoquer l'ouverture des contacts lorsque le courant différentiel résiduel atteint une valeur donnée dans des conditions spécifiées

B.2.3.2
DPR fonctionnellement indépendant de la tension d'alimentation
DPR pour lequel les fonctions de détection et d'évaluation et le moyen de déclenchement (voir B.2.3.6) ne dépendent pas de la tension d'alimentation

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.2.3.3
DPR fonctionnellement dépendant de la tension d'alimentation
DPR pour lequel les fonctions de détection et/ou d'évaluation, et/ou le moyen de déclenchement (voir B.2.3.6) ne dépendent pas de la tension d'alimentation

Note 1 à l'article: Il est entendu que la tension d'alimentation pour la détection, l'évaluation ou l'interruption est celle appliquée au DPR.

B.2.3.4
détection (d'un courant différentiel résiduel)
fonction consistant à détecter la présence d'un courant différentiel résiduel

Note 1 à l'article: Cette fonction peut être remplie, par exemple, par un transformateur intégrant la somme vectorielle des courants.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-24, modifiée – "Résiduel" a été ajouté dans le terme et dans la définition.]

B.2.3.5
évaluation
fonction qui consiste à donner au DPR la possibilité de fonctionner quand le courant différentiel détecté dépasse une valeur de référence spécifiée

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-25, modifiée – Dans le terme, "(d'un courant différentiel résiduel)" a été supprimé et, dans la définition, "dispositif de coupure différentiel" a été remplacé par "DPR".]

B.2.3.6
coupure
fonction consistant à amener automatiquement les contacts principaux du DPR de la position de fermeture à la position d'ouverture, interrompant ainsi le ou les courants qui les traversent

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-26, modifiée – Dans le terme, "(pour un dispositif de coupure différentiel)" a été supprimé et, dans la définition, "dispositif de coupure différentiel" a été remplacé par "DPR".]

B.2.3.7
temps limite de non-réponse
temps maximal pendant lequel une valeur de courant différentiel résiduel supérieure à la valeur assignée du courant différentiel résiduel de non-fonctionnement peut être appliquée au DPR, sans provoquer son fonctionnement effectif

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-23, modifiée – Dans la définition, "dispositif de coupure différentiel" a été remplacé par "DPR" et "assignée" a été ajouté.]

B.2.3.8
DPR temporisé
DPR spécialement conçu pour atteindre une valeur prédéterminée du temps limite de non-réponse correspondant à une valeur donnée du courant différentiel résiduel

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-05, modifiée – Dans le terme et la définition, "dispositif de coupure différentiel" a été remplacé par "DPR".]

B.2.3.9
DPR à réarmement
DPR muni d'une unité c.r. qui doit être réarmé intentionnellement par des moyens différents des moyens de manœuvre du DPR, à la suite d'un courant différentiel résiduel, avant que celui-ci puisse se refermer

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.2.3.10
appareil d'essai
appareil destiné à vérifier, en simulant un courant différentiel résiduel, que le DPR fonctionne

B.2.4 Termes et définitions relatifs aux valeurs et aux plages des grandeurs d'alimentation

B.2.4.1
valeur limite de surintensité de non-fonctionnement dans le cas d'une charge monophasée
valeur maximale de surintensité dans un circuit monophasé qui, en l'absence de courant différentiel résiduel, peut circuler dans un DPR (quel que soit le nombre de pôles) sans provoquer la manœuvre de celui-ci

Note 1 à l'article: Voir B.7.2.7

B.2.4.2

pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit
valeur de la composante alternative d'un courant différentiel résiduel de court-circuit présumé qu'un DPR est capable d'établir, de supporter pendant son temps de déclenchement et d'interrompre dans des conditions spécifiées d'utilisation et de comportement

B.3 Classification

B.3.1 Classification selon le mode de fonctionnement de la fonction de courant différentiel résiduel

B.3.1.1 DPR fonctionnellement indépendant de la tension d'alimentation (voir B.2.3.2)

B.3.1.2 DPR fonctionnellement dépendant de la tension d'alimentation (voir B.2.3.3 et B.7.2.12)

B.3.1.2.1 S'ouvrant automatiquement en cas de défaillance de la tension d'alimentation avec ou sans retard

B.3.1.2.2 Ne s'ouvrant pas automatiquement en cas de défaillance de la tension d'alimentation

Ne s'ouvrant pas automatiquement en cas de défaillance de la tension d'alimentation, mais capable de déclencher dans des conditions spécifiées en cas de défaut à la terre apparaissant lors d'une défaillance de la tension d'alimentation.

NOTE Les cas indiqués dans ce paragraphe comprennent les DPR incapables de s'ouvrir automatiquement lorsqu'il n'existe pas de situation dangereuse.

B.3.2 Classification selon la possibilité de réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement

B.3.2.1 DPR à courant différentiel résiduel de fonctionnement unique

B.3.2.2 DPR à réglages multiples de courant différentiel résiduel de fonctionnement

– par échelons;
– par variation continue.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.3.3 Classification selon la temporisation de la fonction de courant différentiel résiduel

B.3.3.1 DPR sans temporisation: type non temporisé

B.3.3.2 DPR avec temporisation: type temporisé (voir B.2.3.8)

B.3.3.2.1 DPR à temporisation non réglable

B.3.3.2.2 DPR à temporisation réglable

– par échelons;

– par variation continue.

B.3.4 Classification selon le comportement en présence d'une composante continue

B.3.4.1 DPR de type AC (voir B.4.4.1)

B.3.4.2 DPR de type A (voir B.4.4.2)

B.3.4.3 DPR de type B (voir B.4.4.3)

B.4 Caractéristiques des DPR pour leur fonction de courant différentiel résiduel

B.4.1 Valeurs assignées

B.4.1.1 Courant différentiel résiduel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)

Valeur efficace d'un courant sinusoïdal différentiel résiduel de fonctionnement (voir B.2.2.4) assignée par le fabricant au DPR, à laquelle celui-ci doit fonctionner dans des conditions spécifiées.

Pour un DPR à réglages multiples de courant différentiel résiduel de fonctionnement, le réglage le plus élevé pour désigner ses caractéristiques assignées est utilisé. Voir cependant l'Article B.5 concernant le marquage.

B.4.1.2 Courant différentiel résiduel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)

Valeur efficace du courant sinusoïdal différentiel résiduel de non-fonctionnement (voir B.2.2.5) assignée par le fabricant, à laquelle le DPR ne fonctionne pas dans des conditions spécifiées.

B.4.1.3 Pouvoir assigné de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit ($I_{\Delta m}$)

Valeur efficace de la composante alternative du courant différentiel résiduel de court-circuit présumé (voir B.2.4.2), assignée au DPR par le fabricant, que le DPR peut fermer, véhiculer et couper dans des conditions spécifiées.

B.4.2 Valeurs préférentielles et valeurs limites

B.4.2.1 Valeurs préférentielles du courant différentiel résiduel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)

Les valeurs préférentielles du courant différentiel résiduel de fonctionnement assigné sont:

0,006 A – 0,01 A – 0,03 A – 0,1 A – 0,3 A – 0,5 A – 1 A – 3 A – 10 A – 30 A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Des valeurs plus élevées peuvent être exigées.

$I_{\Delta n}$ peut s'exprimer en pourcentage du courant assigné.

B.4.2.2 Valeur minimale du courant différentiel résiduel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)

La valeur minimale du courant différentiel résiduel de non-fonctionnement assigné est 0,5 $I_{\Delta n}$.

B.4.2.3 Valeur limite de la surintensité de non-fonctionnement dans le cas d'une charge monophasée

La valeur limite de la surintensité de non-fonctionnement dans le cas d'une charge monophasée doit être conforme à B.7.2.7.

B.4.2.4 Caractéristiques de fonctionnement

B.4.2.4.1 Type non temporisé

La caractéristique de fonctionnement pour un type non temporisé est donnée dans le Tableau B.1.

Tableau B.1 – Caractéristique de fonctionnement dans le cas d'un courant sinusoïdal différentiel résiduel pour le type non temporisé

Courant différentiel résiduel [c]	$I_{\Delta n}$	$2\ I_{\Delta n}$	$5\ I_{\Delta n}$ [a]	$10\ I_{\Delta n}$ [b]
Durée maximale de coupure s	0,3	0,15	0,04	0,04

NOTE Ces valeurs sont obtenues à partir de l'IEC 60479-1 et sont valides pour une fréquence de 50 Hz et de 60 Hz.

[a] Pour les DPR avec $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, 0,25 A peut être utilisé à la place de 5 $I_{\Delta n}$.

[b] Pour les DPR avec $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, 0,5 A peut être utilisé à la place de 10 $I_{\Delta n}$.

[c] Pour les DPR de type A et de type B, des facteurs multiplicateurs peuvent être applicables – voir B.8.7 et B.8.8.

Les DPR avec $I_{\Delta n} \leq 30$ mA doivent être du type non temporisé.

B.4.2.4.2 Type temporisé

B.4.2.4.2.1 Temps limite de non-réponse (voir B.2.3.7)

Pour un type temporisé, le temps limite de non-réponse est défini à 2 $I_{\Delta n}$ et doit être déclaré par le fabricant.

Le temps limite de non-réponse minimal est 0,06 s.

Les valeurs préférentielles de temps limite de non-réponse sont:

0,06 s – 0,1 s – 0,2 s – 0,3 s – 0,4 s – 0,5 s – 1 s.

B.4.2.4.2.2 Caractéristiques de fonctionnement

Pour les DPR avec un temps limite de non-réponse de 0,06 s, les caractéristiques de fonctionnement sont données dans le Tableau B.2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau B.2 – Caractéristiques de fonctionnement dans le cas de courants sinusoïdaux différentiels résiduels, pour le type temporisé ayant un temps limite de non-réponse de 0,06 s

Courant différentiel résiduel [a]	$I_{\Delta n}$	2 $I_{\Delta n}$	5 $I_{\Delta n}$	10 $I_{\Delta n}$
Durée maximale de coupure s	0,5	0,2	0,15	0,15
Temps limite de non-réponse s	-	0,06	-	-
NOTE Ces valeurs sont obtenues à partir de l'IEC 60479-1 et sont valides pour une fréquence de 50 Hz et de 60 Hz. [a] Pour les DPR de type A et de type B, des facteurs multiplicateurs peuvent être applicables – voir B.8.7 et B.8.8.				

Pour les DPR avec un temps limite de non-réponse supérieur à 0,06 s, le fabricant doit déclarer les durées maximales de coupure pour $I_{\Delta n}$, 2 $I_{\Delta n}$, 5 $I_{\Delta n}$ et 10 $I_{\Delta n}$.

Dans le cas d'un DPR à caractéristique temps/courant inverse, le fabricant doit déclarer la caractéristique courant différentiel résiduel/durée de coupure.

B.4.3 Valeur du pouvoir assigné de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit ($I_{\Delta m}$)

La valeur minimale de $I_{\Delta m}$ est 25 % de I_{cu}.

Des valeurs supérieures peuvent être soumises à essai et déclarées par le fabricant.

B.4.4 Caractéristiques de fonctionnement dans le cas d'un courant de défaut à la terre avec ou sans composante continue

B.4.4.1 DPR du type AC

DPR pour lequel le déclenchement est assuré pour des courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux, sans composante continue, appliqués subitement ou de façon progressive.

B.4.4.2 DPR du type A

DPR pour lequel le déclenchement est assuré pour des courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux en présence de courants différentiels résiduels continus pulsés spécifiés, avec ou sans un niveau spécifié de courant continu superposé (± 6 mA), appliqués subitement ou de façon progressive.

B.4.4.3 DPR du type B

DPR pour lequel le déclenchement est assuré comme pour ceux du type A, et en supplément:

– pour des courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz;
– pour des courants différentiels résiduels composites, qu'ils soient appliqués subitement ou de façon progressive, et destinés à des circuits alimentés entre phase et neutre, ou entre phase et conducteur milieu relié à la terre;

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

– pour des courants différentiels résiduels alternatifs auxquels est superposé un courant continu lissé de valeur égale à 0,4 fois le courant différentiel résiduel assigné ($I_{\Delta n}$) ou 10 mA, la valeur retenue étant la plus élevée;

– pour des courants différentiels résiduels continus pulsés auxquels est superposé un courant continu lissé de valeur égale à 0,4 fois le courant différentiel résiduel assigné ($I_{\Delta n}$) ou 10 mA, la valeur retenue étant la plus élevée;

– pour des courants différentiels résiduels continus qui peuvent provenir de circuits redresseurs, c'est-à-dire:

  • redresseur simple alternance entre phases pour les DPR bipolaires, tripolaires et tétrapolaires;

  • redresseur triphasé simple alternance ou pont redresseur triphasé double alternance pour les DPR tripolaires et tétrapolaires;

– pour des courants différentiels résiduels continus lissés.

B.5 Marquage

Chaque DPR doit être marqué comme spécifié en 5.2 et en outre, conformément au Tableau B.3.

Tableau B.3 – Informations sur le matériel

Elément	Information	Emplacement du marquage	
		DPR intégré	Unité c.r.
B1.1	l'organe de manœuvre de l'appareil d'essai, par la lettre T (voir aussi B.7.2.6)	Visible	Visible
B1.2	caractéristique de fonctionnement en présence de courants différentiels résiduels avec ou sans composante continue: – pour les DPR de type AC avec le symbole (IEC 60417-6148:2012-01) – pour les DPR de type A avec le symbole (IEC 60417-6149:2012-01) – pour les DPR de type B avec le symbole (IEC 60417-6398:2017-12) ou (IEC 60417-6149:2012-01 + IEC 60417-6160:2012-04 + IEC 60417-6297:2014-11)	Visible	Visible
B1.3	courant différentiel résiduel de fonctionnement assigné $I_{\Delta n}$	Visible	Visible
B2.1	réglages du courant différentiel résiduel de fonctionnement, le cas échéant	Marqué	Marqué
B2.2	temps limite de non-réponse à 2 $I_{\Delta n}$, pour le type temporisé, par le symbole Δt suivi du temps limite de non-réponse	Marqué	Marqué
B2.3	aptitude à une utilisation avec une alimentation triphasée seulement, avec le symbole (IEC 60417-6364:2016-07)	Marqué	Marqué
B2.4	tension(s) assignée(s) si elle(s) diffère(nt) de celle(s) du disjoncteur	-	Marqué

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Elément	Information	Emplacement du marquage	
		DPR intégré	Unité c.r.
B2.5	valeur (ou plage de valeurs) de la fréquence assignée si elle diffère de celle du disjoncteur	-	Marqué
B2.6	l'indication I_n ≤ ...A (I_n étant le courant assigné maximal du disjoncteur auquel l'unité c.r. peut être associée)	-	Marqué
B2.7	nom du fabricant ou marque de fabrique	-	Marqué
B2.8	désignation du type ou référence du catalogue	-	Marqué
B2.9	identification du (des) disjoncteur(s) avec le(s)quel(s) l'unité c.r. peut être assemblée, sauf si un assemblage incorrect (rendant la protection inopérante) est impossible du fait de la conception	-	Marqué
B2.10	IEC 60947-2	-	Marqué
B3.1	pouvoir assigné de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit $I_{\Delta m}$ s'il est supérieur à 25 % de I_{cu} (voir B.4.3)	Documentation	Documentation
B3.2	schéma des connexions, y compris celles du circuit d'essai et, le cas échéant, celles de la ligne pour les DPR dépendant de la tension d'alimentation	Documentation	Documentation
B3.3	valeur du courant différentiel résiduel de non-fonctionnement assigné $I_{\Delta no}$ s'il est supérieur à 0,5 $I_{\Delta n}$	Documentation	Documentation

Légende

Visible: visible depuis le devant lorsque le disjoncteur est installé en configuration de service et que l'organe de commande est accessible

Marqué: marqué sur le matériel

Documentation: spécifié dans la documentation du fabricant

B.6 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'Article 6 est applicable.

B.7 Exigences relatives à la conception et au fonctionnement

B.7.1 Exigences relatives à la conception

Il ne doit pas être possible de modifier la caractéristique de fonctionnement d'un DPR par des moyens autres que ceux spécifiquement destinés au réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement assigné ou de la temporisation définie.

Le passage d'un réglage à un autre ne doit être possible que par une action délibérée, telle que l'utilisation d'un outil, la saisie d'un mot de passe ou des moyens équivalents.

Les DPR combinant une unité c.r. appropriée et un disjoncteur associé doivent être conçus et réalisés de manière telle que:

– l'assemblage de l'unité c.r. adaptable et du disjoncteur associé n'exige aucune liaison mécanique et/ou électrique pouvant affecter défavorablement l'installation ou présentant des risques pour l'utilisateur;

– l'adjonction de l'unité c.r. adaptable ne compromet en aucune manière le fonctionnement normal ou les performances du disjoncteur;

– l'unité c.r. n'est pas endommagée de façon permanente à la suite des courants de court-circuit au cours des séquences d'essai.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.7.2 Exigences relatives au fonctionnement

B.7.2.1 Fonctionnement en cas de courant différentiel résiduel

Le DPR doit s'ouvrir automatiquement lors de l'apparition d'un quelconque courant de fuite ou d'un quelconque courant de défaut à la terre supérieur ou égal au courant différentiel résiduel de fonctionnement assigné pendant une durée supérieure au temps limite de non-réponse.

Le fonctionnement des DPR doit être conforme aux exigences de durée spécifiées en B.4.2.4. La conformité doit être vérifiée par les essais décrits en B.8.1.2.

B.7.2.2 Pouvoir assigné de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit ($I_{\Delta m}$)

Les DPR doivent satisfaire aux exigences d'essai de B.8.11.

B.7.2.3 Aptitude au fonctionnement en service

Les DPR doivent satisfaire aux essais de B.8.1.2.1.

B.7.2.4 Effets des conditions d'environnement

Les DPR doivent fonctionner de manière satisfaisante, compte tenu des effets des conditions d'environnement.

La conformité est vérifiée par l'essai décrit en B.8.12.

B.7.2.5 Propriétés diélectriques

Les DPR doivent satisfaire aux essais de B.8.3.

B.7.2.6 Appareil d'essai

Les DPR doivent être munis d'un appareil d'essai permettant à l'appareil de détection d'être traversé par un courant simulant un courant différentiel résiduel, afin de permettre de vérifier périodiquement par essai l'aptitude au fonctionnement des DPR.

L'appareil d'essai doit satisfaire aux essais de B.8.4.

Aucune tension ne doit apparaître sur le conducteur de protection lors du fonctionnement de l'appareil d'essai, s'il y a lieu.

Il ne doit pas être possible d'alimenter le circuit protégé par la manœuvre de l'appareil d'essai lorsque le DPR est en position d'ouverture.

L'appareil d'essai ne doit pas être le seul moyen d'effectuer la manœuvre d'ouverture et n'est pas destiné à être utilisé pour cette fonction.

L'organe de manœuvre de l'appareil d'essai doit être désigné par la lettre T et sa couleur ne doit être ni rouge ni verte; il convient d'employer, de préférence, une couleur claire.

NOTE L'appareil d'essai est seulement destiné à vérifier la fonction de déclenchement, et non la valeur à laquelle cette fonction s'accomplit, par rapport au courant assigné différentiel résiduel de fonctionnement et à la durée de coupure.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.7.2.7 Valeur du courant de surcharge de non-fonctionnement pour un circuit de charge monophasé

Les DPR doivent supporter sans déclencher la plus faible des deux valeurs suivantes de surintensité:

– 6 I_n,

– 80 % du courant maximal de réglage du déclencheur de court-circuit.

La conformité est vérifiée par l'essai décrit en B.8.5.

Cet essai n'est toutefois pas nécessaire dans le cas de DPR de catégorie de sélectivité B puisque les exigences de ce paragraphe sont vérifiées pendant la séquence d'essai IV (ou la séquence d'essai VI).

NOTE Les essais pour les circuits de charge polyphasés en régime équilibré sont considérés comme étant satisfaits par les exigences du présent paragraphe.

B.7.2.8 Résistance des DPR aux déclenchements intempestifs dus à des courants de choc causés par des tensions de choc

B.7.2.8.1 Résistance aux déclenchements intempestifs dans le cas de charge de la capacité du réseau

Les DPR doivent satisfaire à l'essai de B.8.6.2.

B.7.2.8.2 Résistance aux déclenchements intempestifs dans le cas d'amorçage sans courant de suite

Les DPR doivent satisfaire à l'essai de B.8.6.3.

B.7.2.9 Comportement des DPR du type A en cas de courant de défaut à la terre comprenant une composante continue

Le comportement des DPR en cas de courant de défaut à la terre comprenant une composante continue doit être tel que les durées maximales de coupure définies dans le Tableau B.1 et le Tableau B.2, suivant le cas, doivent également être respectées, les valeurs du courant d'essai spécifiées étant cependant multipliées:

– par le facteur 1,4 pour les DPR ayant $I_{\Delta n} \geq 0{,}030$ A;

– par le facteur 2 pour les DPR ayant $I_{\Delta n} < 0{,}030$ A.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.7.

B.7.2.10 Comportement des DPR du type B en réponse au type de courant différentiel résiduel

B.7.2.10.1 Courants différentiels résiduels composites

Les DPR du type B doivent fonctionner en réponse à une augmentation régulière des courants différentiels résiduels composites, comprenant une composante de 10 Hz et une composante de 1 kHz, comme défini dans le Tableau B.7.

Le courant différentiel résiduel de fonctionnement doit se situer dans les limites données dans le Tableau B.8.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Les DPR du type B doivent fonctionner en réponse à une apparition subite d'un courant différentiel résiduel composite égal à 7 $I_{\Delta n}$, dans la durée de coupure maximale spécifiée en B.4.2.4 pour 5 $I_{\Delta n}$.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.2.

B.7.2.10.2 Courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz

Les DPR du type B doivent fonctionner en réponse à des courants différentiels résiduels de toute fréquence pouvant atteindre 1 000 Hz, conformément au Tableau B.9.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.3.

B.7.2.10.3 Courant différentiel résiduel alternatif auquel est superposé un courant différentiel résiduel continu lissé

Les DPR du type B doivent fonctionner dans le cas de courants différentiels résiduels alternatifs à la fréquence assignée auxquels est superposé un courant différentiel résiduel continu lissé de valeur égale à 0,4 fois le courant différentiel résiduel assigné ($I_{\Delta n}$) ou 10 mA, la valeur retenue étant la plus élevée.

Le courant de déclenchement alternatif doit être inférieur ou égal à $I_{\Delta n}$.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.4.

B.7.2.10.4 Courant différentiel résiduel continu pulsé auquel est superposé un courant différentiel résiduel continu lissé

Les DPR du type B doivent fonctionner dans le cas de courants différentiels résiduels continus pulsés auxquels est superposé un courant différentiel résiduel continu lissé de valeur égale à 0,4 fois le courant différentiel résiduel assigné ($I_{\Delta n}$) ou 10 mA, la valeur retenue étant la plus élevée.

Le courant de déclenchement ne doit pas être supérieur à 1,4 $I_{\Delta n}$ pour les DPR avec $I_{\Delta n}$ > 0,01 A ou 2 $I_{\Delta n}$ pour les DPR avec $I_{\Delta n}$ ≤ 0,01 A.

NOTE Le courant de déclenchement 1,4 $I_{\Delta n}$ ou 2 $I_{\Delta n}$, suivant le cas, est la valeur efficace due au courant continu pulsé simple alternance.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.5.

B.7.2.10.5 Courants différentiels résiduels continus pulsés pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par deux phases

Les DPR du type B doivent fonctionner en réponse à une augmentation régulière des courants différentiels résiduels continus pulsés résultant de circuits redresseurs dans les limites de 0,5 $I_{\Delta n}$ à 2 $I_{\Delta n}$.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.6, a).

Les DPR du type B doivent fonctionner en réponse à une apparition subite de courants différentiels résiduels continus pulsés résultant de circuits redresseurs conformément aux limites spécifiées en B.4.2.4, les valeurs de courant d'essai spécifiées étant cependant augmentées d'un facteur de 2.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.6, b).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.7.2.10.6 Courants différentiels résiduels continus pulsés pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par trois phases

Les DPR du type B doivent fonctionner en réponse à une augmentation régulière des courants différentiels résiduels continus pulsés résultant de circuits redresseurs dans les limites de 0,5 $I_{\Delta n}$ à 2 $I_{\Delta n}$.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.7, a).

Les DPR du type B doivent fonctionner en réponse à une apparition subite de courants différentiels résiduels continus pulsés résultant de circuits redresseurs conformément aux limites spécifiées en B.4.2.4, les valeurs de courant d'essai spécifiées étant cependant augmentées d'un facteur de 2.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.7, b).

B.7.2.10.7 Courant différentiel résiduel continu lissé

Les DPR du type B doivent fonctionner en réponse à une augmentation régulière d'un courant différentiel résiduel continu lissé dans les limites de 0,5 $I_{\Delta n}$ à 2 $I_{\Delta n}$.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.8.1, a), et en B.8.8.8.2.

Les DPR du type B doivent fonctionner en réponse à une apparition subite d'un courant différentiel résiduel continu lissé conformément aux limites spécifiées en B.4.2.4, les valeurs de courant d'essai spécifiées étant cependant augmentées d'un facteur de 2.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.8.8.1, b).

B.7.2.11 Conditions de fonctionnement des DPR à réarmement

Il ne doit pas être possible de remettre en position de fermeture, après déclenchement dû à un courant différentiel résiduel, les DPR à réarmement (voir B.2.3.9) s'ils n'ont pas été réarmés.

La conformité est vérifiée pendant l'essai décrit en 8.3.3.4.4, selon B.8.1.2.1.

B.7.2.12 Exigences supplémentaires relatives aux DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation

Les DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation doivent fonctionner correctement à une quelconque valeur de la tension d'alimentation comprise entre 0,85 et 1,1 fois sa valeur assignée.

La conformité est vérifiée par les essais décrits en B.8.2.3.

Lorsqu'un DPR a plus d'une fréquence assignée ou une plage de fréquences assignées, le DPR doit être capable de fonctionner selon ce paragraphe à toutes les fréquences.

La conformité est vérifiée en effectuant les essais de B.8.2 et B.8.4.

Suivant leur classification, les DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation doivent satisfaire aux exigences données dans le Tableau B.4.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau B.4 – Exigences relatives aux DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation

Classification de l'appareil selon B.3.1		Comportement en cas de défaillance de la tension d'alimentation
DPR s'ouvrant automatiquement en cas de défaillance de la tension d'alimentation (B.3.1.2.1)	Sans retard	Ouverture sans retard selon B.8.9.3, point a)
	Avec retard	Ouverture avec retard selon B.8.9.3, point b)
DPR ne s'ouvrant pas automatiquement en cas de défaillance de la tension d'alimentation mais capables de s'ouvrir en cas de situation dangereuse (B.3.1.2.2)		Fonctionnement selon B.8.10

B.7.3 Compatibilité électromagnétique

Les exigences de l'Annexe J s'appliquent.

Des spécifications d'essai supplémentaires sont données en B.8.13.

L'immunité aux variations de tension est couverte par les exigences de B.7.2.12.

B.8 Essais

B.8.1 Séquences d'essai

B.8.1.1 Généralités

Le présent paragraphe spécifie les essais pour les DPR de courant différentiel résiduel de fonctionnement assigné $I_{\Delta n}$ inférieur ou égal à 30 A.

La validité des essais spécifiés dans le présent paragraphe lorsque $I_{\Delta n} > 30$ A fait l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

Les instruments de mesure du courant différentiel résiduel doivent indiquer (ou permettre de déterminer) la valeur efficace vraie.

Les essais spécifiés dans la présente annexe s'ajoutent aux essais de l'Article 8.

a) Essais de type

Les DPR doivent être soumis à toutes les séquences d'essai de l'Article 8 qui leur sont applicables. Pour les vérifications de la tenue diélectrique au cours de ces séquences d'essai (voir 8.3.3.6), le circuit de commande des appareils différentiels résiduels fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation doit être déconnecté du circuit principal.

Les essais doivent être réalisés avec des courants essentiellement sinusoïdaux.

Pour les DPR comprenant une unité c.r. distincte et un disjoncteur, l'assemblage doit être réalisé conformément aux instructions du fabricant.

Dans le cas des DPR avec plusieurs réglages du courant différentiel résiduel de fonctionnement, les essais doivent, sauf indication contraire, être effectués au réglage le plus bas.

Dans le cas des DPR à temporisation réglable (voir B.3.3.2.2), la temporisation doit, sauf indication contraire, être réglée à son maximum.

Dans le cas des DPR à déclenchement instantané réglable, le déclencheur instantané doit, sauf indication contraire, être réglé à son maximum.

b) Essais individuels de série

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Le paragraphe 8.4.5 est applicable.

B.8.1.2 Essais à réaliser au cours des séquences d'essai de l'Article 8

B.8.1.2.1 Caractéristiques générales de fonctionnement (séquence d'essai I)

Pour éviter un fonctionnement involontaire de la fonction de courant différentiel résiduel, la vérification des limites et caractéristiques de déclenchement (8.3.3.2) doit être modifiée comme suit:

– pour la vérification des déclencheurs de court-circuit des déclencheurs de surintensité électroniques, le pôle à l'essai doit être soumis à essai en série avec un autre pôle choisi au hasard; pour la vérification des déclencheurs de court-circuit des déclencheurs de surintensité électromagnétiques, la vérification supplémentaire pour les essais sur un seul pôle peut ne pas être effectuée; pour la vérification du déclencheur de surcharge du pôle neutre, ce pôle doit être soumis à essai en série avec 2 autres pôles connectés en parallèle;

– en variante, lorsque cela est réalisable et avec l'accord du fabricant, la fonction de courant différentiel résiduel peut être rendue inopérante;

– les conditions d'essai doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

Au cours des cycles de manœuvres avec courant (voir 8.3.3.4.4) spécifiés dans le Tableau 8 (voir 7.2.4.2), un tiers des manœuvres de coupure doit être réalisé par la manœuvre de l'appareil d'essai et un autre tiers en appliquant à l'un des pôles un courant différentiel résiduel de valeur $I_{\Delta n}$ (ou, le cas échéant, de valeur égale au réglage le plus bas du courant différentiel résiduel de fonctionnement).

Dans le cas d'un DPR à réarmement, il doit être vérifié qu'il n'est pas possible de refermer le DPR après déclenchement sans manœuvre intentionnelle de réarmement. Cette vérification doit être faite au début et à la fin de l'essai d'aptitude au fonctionnement en service avec courant (8.3.3.4.4).

Aucun défaut de déclenchement ne doit être admis.

B.8.1.2.2 Vérification de l'aptitude à supporter les courants de court-circuit

B.8.1.2.2.1 Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit (séquence d'essai II)

Après les essais décrits en 8.3.4, la vérification du fonctionnement correct du DPR en cas de courant différentiel résiduel doit être effectuée conformément à B.8.2.4.2.

B.8.1.2.2.2 Pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit (séquence d'essai III)

Pour vérifier le fonctionnement correct des déclencheurs de surcharge, les essais sur un seul pôle spécifiés en 8.3.5.2 et 8.3.5.5 doivent être remplacés par des essais sur deux pôles, tour à tour sur toutes les combinaisons possibles des pôles de phase, les conditions d'essai étant celles spécifiées en 8.3.5.2 et 8.3.5.5, mais applicables à deux pôles.

Après les essais décrits en 8.3.5, la vérification du fonctionnement correct du DPR doit être effectuée conformément à B.8.2.4.4.

B.8.1.2.2.3 Courant assigné de courte durée admissible (séquence d'essai IV ou séquence d'essai VI (combinée))

a) Comportement pendant l'essai au courant assigné de courte durée admissible

Aucun déclenchement ne doit se produire pendant l'essai décrit en 8.3.6.3 ou 8.3.8.3, suivant le cas.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

b) Vérification des déclencheurs de surcharge

– Pour la séquence d'essai IV

Afin de vérifier le fonctionnement correct des déclencheurs de surcharge selon 8.3.6.2 et 8.3.6.7, les essais sur un seul pôle spécifiés en 8.3.5.2 doivent être remplacés par des essais sur deux pôles, réalisés tour à tour selon toutes les combinaisons possibles de pôles de phase.

– Pour la séquence d'essai combinée

Afin de vérifier le fonctionnement correct des déclencheurs de surcharge selon 8.3.8.2, l'essai sur un seul pôle spécifié en 8.3.5.2 doit être remplacé par des essais sur deux pôles, réalisés tour à tour selon toutes les combinaisons possibles de pôles de phase.

Afin de vérifier le fonctionnement correct des déclencheurs de surcharge selon 8.3.8.7, l'essai spécifié en 8.3.3.8 doit être réalisé en utilisant une alimentation triphasée.

c) Vérification de l'appareil de déclenchement au courant différentiel résiduel

Après les essais de 8.3.6 ou 8.3.8, suivant le cas, la vérification de l'appareil de déclenchement au courant différentiel résiduel doit être effectuée selon B.8.2.4.4.

B.8.1.2.2.4 Disjoncteurs à fusibles incorporés (séquence d'essai V)

Pour vérifier le fonctionnement correct des déclencheurs de surcharge, les essais sur un seul pôle spécifiés en 8.3.7.5 et 8.3.7.9 doivent être remplacés par des essais sur deux pôles, tour à tour sur toutes les combinaisons possibles des pôles de phase, les conditions d'essai étant celles spécifiées en 8.3.7.5 et 8.3.7.9, mais applicables à deux pôles.

Après les essais décrits en 8.3.7, la vérification du fonctionnement correct du DPR doit être effectuée conformément à B.8.2.4.4.

B.8.1.2.2.5 Séquence d'essai VI (combinée)

Après les essais décrits en 8.3.8, la vérification du fonctionnement correct du DPR doit être effectuée conformément à B.8.2.4.4.

B.8.1.3 Séquences d'essai supplémentaires

Des séquences d'essai supplémentaires doivent être effectuées sur les DPR, conformément au Tableau B.5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau B.5 – Séquences d'essai supplémentaires

Séquence	Essai	Paragraphe
B I	Vérification des caractéristiques de fonctionnement	B.8.2
	Vérification des propriétés diélectriques	B.8.3
	Vérification de la manœuvre de l'appareil d'essai aux limites de la tension assignée	B.8.4
	Vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité	B.8.5
	Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dus à des ondes de courant causées par des tensions de choc	B.8.6
	Vérifications supplémentaires pour les DPR de type A et de type B	B.8.7
	Vérifications supplémentaires pour les DPR de type B	B.8.8
	Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon B.3.1.2.1	B.8.9
	Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon B.3.1.2.2	B.8.10
B II	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit ($I_{\Delta m}$)	B.8.11
B III	Vérification des effets des conditions d'environnement	B.8.12
B IV	Vérification de la compatibilité électromagnétique	B.8.13
	Essais d'immunité	B.8.13.1
	Essais d'émission	B.8.13.2

Pour les DPR comportant des variantes avec différents nombres de pôles, les essais doivent être réalisés sur la variante avec le plus grand nombre de pôles. Pour une variante pour laquelle il n'existe pas de différences de construction par rapport à la variante soumise à essai, aucun essai supplémentaire n'est exigé. Si la construction des variantes n'est pas identique à celle de la variante soumise à essai, ces variantes doivent alors être aussi soumises à essai.

Un échantillon doit être soumis à essai pour chacune des séquences d'essai B I, B II et B III.

Pour la séquence d'essai B IV, un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque essai ou un seul échantillon peut être utilisé pour plusieurs essais, ceci étant laissé à la discrétion du fabricant.

B.8.2 Vérification des caractéristiques de fonctionnement

B.8.2.1 Circuit d'essai

Le DPR doit être installé comme en usage normal.

Le circuit d'essai doit être conforme à la Figure B.1.

B.8.2.2 Tension d'essai pour les DPR fonctionnellement indépendants de la tension d'alimentation

Les essais peuvent être réalisés à une quelconque tension convenable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.2.3 Tension d'essai pour les DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation

Les essais doivent être réalisés aux valeurs suivantes de la tension appliquée aux bornes correspondantes:

– 0,85 fois la tension assignée minimale pour les essais spécifiés en B.8.2.4 et B.8.2.5.2;

– 1,1 fois la tension assignée maximale pour les essais spécifiés en B.8.2.5.3.

Pour les DPR ayant des fonctions qui ne sont pas dépendantes de la tension d'alimentation, les essais relatifs à ces fonctions peuvent être réalisés sous une quelconque tension convenable.

Les DPR ayant plus d'une fréquence assignée ou une plage de fréquences assignées doivent être soumis à essai à la fréquence assignée la plus élevée et à la fréquence assignée la plus basse, dans chaque cas. Cependant, pour les DPR ayant des fréquences assignées égales à 50 Hz et 60 Hz, les essais à 50 Hz ou à 60 Hz sont considérés comme couvrant les exigences.

Pour les essais dans lesquels les pôles sont parcourus par un courant supérieur ou égal au courant assigné (voir par exemple B.8.2.5.3, B.8.7.2.3, B.8.8.8.2 et B.8.8.9), il est admis, pour des raisons pratiques, d'utiliser un échantillon dans lequel les conducteurs de la tension de déclenchement ont été séparés des pôles de phase, afin de permettre l'utilisation d'une source basse puissance pour l'application du courant de charge. Les détails de la modification doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et la station d'essai, et doivent être indiqués dans le rapport d'essai.

B.8.2.4 Essai à vide à 20 °C ± 5 °C

B.8.2.4.1 Généralités

Les connexions étant comme représentées à la Figure B.1, le DPR doit subir les essais de B.8.2.4.2, B.8.2.4.3 et B.8.2.4.4 ainsi que celui de B.8.2.4.5, le cas échéant, tous ces essais étant effectués sur un seul pôle choisi au hasard. Chaque essai doit comprendre trois mesurages ou vérifications, suivant le cas.

Sauf spécification contraire, pour les DPR avec réglage, par variation continue ou par valeurs discrètes du courant différentiel résiduel de fonctionnement, les essais doivent être réalisés au réglage minimal et au réglage maximal, et à un réglage intermédiaire.

B.8.2.4.2 Vérification du fonctionnement correct en cas d'augmentation régulière du courant différentiel résiduel

Pour les DPR avec des temporisations réglables, les essais doivent être réalisés au réglage minimal. Les interrupteurs S_1 et S_2, ainsi que le DPR, étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel est augmenté de façon régulière, à partir d'une valeur ne dépassant pas 0,2 $I_{\Delta n}$ afin d'atteindre la valeur $I_{\Delta n}$ en approximativement 30 s, le courant de déclenchement étant mesuré chaque fois. Les trois valeurs mesurées doivent être supérieures à $I_{\Delta no}$ et inférieures ou égales à $I_{\Delta n}$.

B.8.2.4.3 Vérification du fonctionnement correct en cas de fermeture sur le courant différentiel résiduel

Le circuit d'essai étant étalonné à la valeur assignée du courant différentiel résiduel de fonctionnement $I_{\Delta n}$ (ou aux réglages spécifiques du courant de fonctionnement différentiel résiduel, le cas échéant, voir B.8.2.4), les interrupteurs S_1 et S_2 étant en position de fermeture, le DPR est fermé sur le circuit de manière à simuler aussi fidèlement que possible

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

les conditions de service. L'essai de mesurage de la durée de coupure doit être répété trois fois.

Aucun mesurage ne doit dépasser la valeur limite spécifiée pour $I_{\Delta n}$ en B.4.2.4.1 ou B.4.2.4.2.2, suivant le cas.

B.8.2.4.4 Vérification du fonctionnement correct en cas d'apparition subite du courant différentiel résiduel

Le circuit d'essai étant étalonné à chacune des valeurs du courant différentiel résiduel de fonctionnement I_{Δ} spécifiées en B.4.2.4.1 ou B.4.2.4.2.2, suivant le cas, et l'interrupteur S_1 et le DPR étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel est établi subitement par la fermeture de l'interrupteur S_2.

Le DPR doit déclencher au cours de chaque essai.

Trois mesurages de la durée de coupure sont effectués à chacune des valeurs de I_{Δ}. Aucune valeur ne doit dépasser la valeur limite spécifiée.

B.8.2.4.5 Vérification du temps limite de non-réponse des DPR du type temporisé

Le circuit d'essai étant étalonné à la valeur de 2 $I_{\Delta n}$, l'interrupteur S_1 et le DPR étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel est établi par la fermeture de l'interrupteur S_2 pendant un temps égal au temps limite de non-réponse déclaré par le fabricant, conformément à B.4.2.4.2.1.

Au cours de chacune des trois vérifications, le DPR ne doit pas déclencher. Si le DPR permet d'ajuster le courant différentiel résiduel et/ou la temporisation, l'essai doit être réalisé, suivant le cas, au réglage minimal du courant différentiel résiduel de fonctionnement et au réglage maximal de la temporisation.

B.8.2.5 Essais aux limites de température

B.8.2.5.1 Généralités

NOTE La limite supérieure de température peut être la température de référence.

Les limites de température du présent paragraphe peuvent être étendues par accord entre le fabricant et l'utilisateur; dans ce cas, les essais doivent être réalisés aux limites de température convenues.

B.8.2.5.2 Essai à vide à –5 °C

Le DPR doit être placé dans une enceinte dont la température interne est stabilisée dans les limites de 7 °C à –5 °C. Après avoir atteint l'équilibre thermique, le DPR est soumis aux essais de B.8.2.4.4 et, le cas échéant, de B.8.2.4.5.

B.8.2.5.3 Essai en charge à la température de référence ou à +40 °C

Le DPR, raccordé conformément à la Figure B.1, doit être placé dans une enceinte dont la température interne est stabilisée à une valeur égale à la température de référence (voir 4.7.3) ou, en l'absence de température de référence, à une valeur égale à 40 °C ± 2 °C. Un courant de charge égal à I_n (non indiqué sur la Figure B.1) doit être appliqué à tous les pôles de phase.

Après avoir atteint l'équilibre thermique, le DPR doit être soumis aux essais de B.8.2.4.4 et, s'il y a lieu, de B.8.2.4.5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.3 Vérification des propriétés diélectriques

Les DPR doivent satisfaire à 8.3.3.3.

B.8.4 Vérification de la manœuvre de l'appareil d'essai aux limites de la tension assignée

La vérification comporte les essais suivants.

a) Le DPR étant alimenté à une tension égale à 1,1 fois la tension assignée maximale, l'appareil d'essai doit être manœuvré 25 fois, le DPR étant refermé avant chaque manœuvre.

b) L'essai a) doit ensuite être renouvelé à 0,85 fois la tension assignée minimale, l'appareil d'essai étant manœuvré 3 fois au lieu de 25 fois.

c) Le DPR étant dans la position de fermeture et alimenté à une tension égale à 1,1 fois la tension assignée maximale, l'appareil d'essai doit être manœuvré et maintenu dans la position manœuvrée pendant 5 s.

Pour ces essais:

– dans le cas des DPR dont les bornes d'alimentation et de charge sont identifiées, les connexions d'alimentation doivent être conformes au marquage;

– dans le cas des DPR dont les bornes d'alimentation et de charge ne sont pas identifiées, l'alimentation doit être raccordée tour à tour à chaque jeu de bornes ou, en variante, simultanément aux deux jeux de bornes.

Le DPR doit fonctionner à chaque essai.

Pour les DPR à courant différentiel résiduel de fonctionnement réglable:

– le réglage le plus bas doit être utilisé pour les essais a) et c);

– le réglage le plus élevé doit être utilisé pour l'essai b).

Pour les DPR à temporisation réglable, l'essai doit être réalisé à la temporisation maximale.

NOTE La vérification de l'endurance de l'appareil d'essai est considérée comme étant effectuée par les essais décrits en B.8.1.2.1.

B.8.5 Vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en conditions de surintensité

L'essai doit être réalisé avec une charge monophasée, les raccordements étant réalisés selon la Figure B.2.

L'impédance Z doit être ajustée de manière à permettre le passage dans le circuit d'un courant égal à la plus faible des deux valeurs suivantes:

– 6 I_n;

– 80 % du courant maximal de réglage du déclencheur de court-circuit.

NOTE 1 Pour ce réglage du courant, le DPR D (voir Figure B.2) peut être remplacé par des connexions d'impédance négligeable.

Pour les DPR à courant différentiel résiduel réglable, l'essai doit être réalisé au réglage le plus bas.

Les DPR fonctionnellement indépendants de la tension d'alimentation sont soumis à essai sous une quelconque tension convenable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Les DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation sont alimentés côté source à leur tension assignée (ou, le cas échéant, à une tension quelconque dans la plage des tensions assignées).

L'essai doit être effectué à un facteur de puissance de 0,5.

L'interrupteur S_1, qui est en position d'ouverture, doit être fermé puis rouvert après 2 s. L'essai doit être répété trois fois pour chaque combinaison possible des voies de passage du courant, avec un intervalle d'au moins 1 min entre deux manœuvres de fermeture successives.

Le DPR ne doit pas déclencher.

NOTE 2 La durée de 2 s peut être réduite (mais pas à une valeur inférieure à celle de la durée de coupure minimale) pour éviter le risque de déclenchement sous l'action du ou des déclencheurs de surcharge du DPR.

B.8.6 Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dus à des ondes de courant causées par des tensions de choc

B.8.6.1 Généralités

Pour les DPR à temporisations réglables (voir B.3.3.2.2), la temporisation doit être réglée au minimum.

B.8.6.2 Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dans le cas de charge de la capacité du réseau

Le DPR doit être soumis à essai en utilisant un générateur de courant de choc capable de délivrer un courant oscillatoire amorti comme représenté à la Figure B.4.

Un exemple de circuit pour la connexion du DPR est représenté à la Figure B.5.

Un pôle du DPR choisi au hasard doit être soumis à 10 applications du courant de choc. La polarité de l'onde du courant de choc doit être inversée toutes les deux applications. L'intervalle entre deux applications successives doit être approximativement égal à 30 s. Le courant de choc doit être mesuré avec des moyens appropriés et réglé en utilisant un échantillon supplémentaire de DPR du même type (voir B.3.4) afin de satisfaire aux exigences suivantes:

- valeur de crête: 200 A $^{+10}_{0}$ %;
- temps de montée virtuel: 0,5 µs ± 30 %;
- période de l'onde oscillatoire suivante: 10 µs ± 20 %;
- chacune des crêtes successives: environ 60 % de la crête précédente.

Pendant les essais, le DPR ne doit pas déclencher.

B.8.6.3 Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dans le cas d'amorçage sans courant de suite

Le DPR doit être soumis à essai en utilisant un générateur de courant de choc capable de délivrer une onde de courant de choc de 8/20 µs, sans polarité inverse, comme représenté à la Figure B.6.

Un exemple de circuit pour la connexion du DPR est représenté à la Figure B.7.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Un pôle du DPR choisi au hasard doit être soumis à 10 applications de chacun des courants de choc énumérés ci-après. La polarité de l'onde du courant de choc doit être inversée toutes les deux applications. L'intervalle entre deux applications successives du courant de choc doit être d'approximativement 30 s.

Le courant de choc doit être mesuré avec des moyens appropriés et réglé, en utilisant un échantillon supplémentaire de DPR du même type (voir B.3.4), afin de satisfaire aux exigences suivantes:

– valeur de crête: 250 A $^{+10}_{0}$ %, lorsque le déclenchement n'est pas autorisé; et

– 3 000 A $^{+10}_{0}$ %, lorsque le déclenchement est autorisé;

– temps de montée virtuel (T_1): 8 µs ± 10 %;

– temps virtuel jusqu'à mi-valeur (T_2): 20 µs ± 10 %.

B.8.6.4 Vérification après les essais

Après les essais décrits en B.8.6.2 et B.8.6.3, le fonctionnement du DPR doit être vérifié conformément à B.8.2.4.4, avec un mesurage de la durée de coupure, uniquement à $I_{\Delta n}$.

B.8.7 Vérifications supplémentaires pour les DPR de type A et de type B

B.8.7.1 Conditions d'essai

Les conditions d'essai de B.8 et de B.8.2.1, B.8.2.2 et B.8.2.3 sont applicables, excepté que les circuits d'essai doivent être ceux définis à la Figure B.8 et la Figure B.9, suivant le cas.

B.8.7.2 Vérifications

B.8.7.2.1 Vérification du fonctionnement correct dans le cas d'une augmentation régulière du courant différentiel résiduel continu pulsé

Le circuit d'essai doit être conforme à la Figure B.8. Dans le cas d'un DPR avec une temporisation réglable (voir B.3.3.2.2), la temporisation doit être réglée au minimum.

Les interrupteurs auxiliaires S_1 et S_2 et le DPR D doivent être fermés. Le thyristor approprié doit être commandé de façon à obtenir des angles de retard du courant α de 0°, 90° et 135°. Chaque pôle du DPR doit être soumis à essai pour chaque angle de retard du courant, deux fois dans la position I et deux fois dans la position II de l'interrupteur auxiliaire S_3.

A chaque essai, le courant démarrant de zéro doit être augmenté progressivement avec un taux de variation approximatif de:

– 1,4 $I_{\Delta n}$ / 30 s pour les DPR de $I_{\Delta n}$ ≥ 0,030 A;

– 2 $I_{\Delta n}$ / 30 s pour les DPR de $I_{\Delta n}$ < 0,030 A.

Le courant de déclenchement doit être conforme aux valeurs indiquées dans le Tableau B.6.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau B.6 – Plage de courants de déclenchement pour les DPR dans le cas d'un défaut à la terre comprenant des composantes continues

Angle α	Courant de déclenchement A	
	Limite inférieure	Limite supérieure
0° 90° 135°	0,35 $I_{\Delta n}$ 0,25 $I_{\Delta n}$ 0,11 $I_{\Delta n}$	2 $I_{\Delta n}$ pour $I_{\Delta n}$ < 0,030 A ou 1,4 $I_{\Delta n}$ pour $I_{\Delta n}$ ≥ 0,030 A

B.8.7.2.2 Vérification du fonctionnement correct dans le cas d'une apparition subite de courants différentiels résiduels continus pulsés

L'essai doit être réalisé selon la Figure B.8.

Le circuit étant successivement étalonné selon les valeurs spécifiées ci-après et l'interrupteur auxiliaire S_1 et le DPR étant en position fermée, le courant différentiel résiduel est appliqué subitement en fermant l'interrupteur S_2.

NOTE Dans le cas d'un DPR fonctionnellement dépendant de la tension d'alimentation, classé selon B.3.1.2.2, le circuit de commande étant alimenté du côté source du circuit principal, cette vérification ne prend pas en compte le temps nécessaire pour alimenter le DPR. En conséquence, dans ce cas, la vérification est considérée comme étant faite en établissant le courant différentiel résiduel par la fermeture de S_1, le DPR soumis à essai et S_2 étant fermés au préalable.

Quatre mesurages sont effectués pour chaque valeur de courant d'essai avec un angle de retard de courant α = 0°: deux mesurages avec l'interrupteur auxiliaire dans la position I et deux mesurages avec l'interrupteur auxiliaire dans la position II.

Pour les DPR de $I_{\Delta n}$ ≥ 0,030 A, l'essai doit être réalisé à chacune des valeurs de $I_{\Delta n}$ spécifiées dans le Tableau B.1, multipliées par le facteur 1,4.

Pour les DPR de $I_{\Delta n}$ < 0,030 A, l'essai doit être réalisé à chacune des valeurs de $I_{\Delta n}$ spécifiées dans le Tableau B.1, multipliées par le facteur 2.

Aucune valeur ne doit dépasser les valeurs limites spécifiées (voir B.7.2.9).

B.8.7.2.3 Vérification du fonctionnement correct avec charge à la température de référence

Les essais décrits en B.8.7.2.1 et B.8.7.2.2 doivent être répétés, le pôle soumis à essai et un autre pôle du DPR étant parcourus par le courant assigné, ce courant étant établi juste avant l'essai.

NOTE La charge avec le courant assigné n'est pas représentée à la Figure B.8.

B.8.7.2.4 Vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels résiduels continus pulsés auxquels est superposé un courant continu lissé de 0,006 A

Cet essai peut ne pas être appliqué aux DPR de type B car ces exigences sont couvertes par l'essai décrit en B.8.8.5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Le DPR doit être soumis à essai selon la Figure B.9, avec un courant différentiel résiduel à redressement simple alternance (angle de retard de courant α = 0°) auquel est superposé un courant continu lissé de 0,006 A.

Chaque pôle du DPR doit être soumis à essai tour à tour, deux fois pour chacune des positions I et II.

Pour les DPR avec $I_{\Delta n}$ ≥ 0,030 A, le courant redressé simple alternance, démarrant de 0, étant augmenté progressivement selon un taux d'accroissement d'environ 1,4 $I_{\Delta n}$ / 30 s, le déclenchement doit se produire avant que le courant dépasse une valeur de 1,4 $I_{\Delta n}$ + 0,006 A.

Pour les DPR avec $I_{\Delta n}$ < 0,030 A, le courant redressé simple alternance, démarrant de 0, étant augmenté progressivement selon un taux d'accroissement d'environ 2 $I_{\Delta n}$ / 30 s, le déclenchement doit se produire avant que le courant dépasse une valeur de 2 $I_{\Delta n}$ + 0,006 A.

B.8.8 Vérifications supplémentaires pour les DPR de type B

B.8.8.1 Vérification du fonctionnement correct en cas d'augmentation régulière du courant différentiel résiduel composite

Le fonctionnement du DPR doit être vérifié à l'aide d'un courant différentiel résiduel composite conforme au Tableau B.7. L'installation d'essai doit être conforme à la Figure B.14.

Les interrupteurs S_1 et S_2, ainsi que le DPR, étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel est augmenté progressivement, en démarrant de la valeur donnée dans le Tableau B.7, de manière à atteindre, en moins de 30 s environ, la limite supérieure de courant différentiel résiduel de fonctionnement donnée dans le Tableau B.8.

Les proportions des différentes fréquences doivent être maintenues depuis la valeur initiale jusqu'à la valeur de fonctionnement.

Cet essai doit être répété trois fois sur un pôle pris au hasard. Les valeurs de fonctionnement doivent se situer dans les limites données dans le Tableau B.8.

La tolérance sur la fréquence d'essai est de ± 2 %.

Tableau B.7 – Définition du courant composite d'essai et valeur du courant de départ

Valeurs des composantes fréquentielles du courant composite de départ			Valeur résultante du courant composite de départ (en valeur efficace)
I à la fréquence assignée	I 1 kHz	I F moteur (10 Hz)	I_Δ
0,138 $I_{\Delta n}$	0,138 $I_{\Delta n}$	0,035 $I_{\Delta n}$	0,2 $I_{\Delta n}$
NOTE 1 $I_{\Delta n}$ correspond au courant différentiel résiduel de fonctionnement assigné de l'appareil à la fréquence assignée. NOTE 2 Pour les besoins de l'essai, les valeurs de 10 Hz et 1 kHz ont été utilisées respectivement pour la fréquence de sortie et la fréquence d'horloge, représentant la condition la plus sévère.			

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau B.8 – Plage de courant de fonctionnement pour le courant différentiel résiduel composite

Courant de fonctionnement (en valeur efficace)	
Limite inférieure	**Limite supérieure**
0,5 $I_{\Delta n}$	1,4 $I_{\Delta n}$

B.8.8.2 Vérification du fonctionnement correct dans le cas d'une apparition subite d'un courant différentiel résiduel composite

Des essais sont réalisés pour vérifier la durée de coupure du DPR, le courant d'essai étant étalonné à une valeur égale à 5 fois la limite supérieure donnée dans le Tableau B.8.

L'essai doit être réalisé selon la Figure B.14.

L'interrupteur S_1 et le DPR étant dans la position de fermeture, le courant différentiel résiduel est établi subitement par la fermeture de l'interrupteur S_2.

Trois mesurages de la durée de coupure sont effectués.

Pour les DPR du type non temporisé, les durées de coupure doivent être inférieures à 0,04 s.

Pour le type temporisé, la durée de coupure doit être conforme au Tableau B.2 ou à la valeur déclarée par le fabricant pour 5 $I_{\Delta n}$, suivant le cas.

Les DPR du type temporisé doivent en outre être soumis à essai pour vérifier le temps de non-réponse, le courant d'essai étant subitement établi par la fermeture de l'interrupteur S_2 pendant une durée de 0,06 s, ou pendant la valeur du temps de non-réponse déclaré par le fabricant, suivant le cas, avec une tolérance de $^{0}_{-5}$ %.

Trois essais sont réalisés, en respectant un intervalle d'au moins 1 min entre chacun d'eux. Le DPR ne doit déclencher pendant aucun de ces essais.

B.8.8.3 Vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz

L'essai doit être réalisé selon la Figure B.14.

L'essai est réalisé en deux étapes; une première étape a) visant à vérifier le courant de déclenchement, et une deuxième étape b) visant à vérifier la durée de coupure.

a) Les interrupteurs S_1 et S_2, ainsi que le DPR, étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel est augmenté de façon régulière, à partir d'une valeur ne dépassant pas 0,2 $I_{\Delta n}$, de manière à atteindre la valeur de courant différentiel résiduel de fonctionnement donnée dans le Tableau B.9 en moins de 30 s environ, le courant de déclenchement étant mesuré.

   L'essai doit être réalisé sur un pôle choisi au hasard, à chaque fréquence donnée dans le Tableau B.9, et il est répété cinq fois; les valeurs de déclenchement doivent être conformes au Tableau B.9.

b) Le circuit d'essai étant étalonné sur le courant différentiel résiduel de fonctionnement correspondant à 1 000 Hz, conformément au Tableau B.9, et l'interrupteur S_1 et le DPR étant dans la position de fermeture, le courant différentiel résiduel est établi subitement par la fermeture de l'interrupteur S_2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Deux mesurages de la durée de coupure sont effectués sur un pôle choisi au hasard.

Pour le type non temporisé, la durée de coupure maximale ne doit pas dépasser 0,3 s.

Pour le type temporisé, la durée de coupure maximale ne doit pas dépasser 0,5 s ou la valeur déclarée par le fabricant pour $I_{\Delta n}$, suivant le cas.

Tableau B.9 – Limites de fonctionnement pour des courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz

Fréquence Hz	Courant différentiel résiduel de non-fonctionnement	Courant différentiel résiduel de fonctionnement
150	0,5 $I_{\Delta n}$	2,4 $I_{\Delta n}$ [a]
400	0,5 $I_{\Delta n}$	6 $I_{\Delta n}$ [a]
1 000	$I_{\Delta n}$	14 $I_{\Delta n}$ [a] [b]

[a] Ces valeurs sont obtenues à partir de la protection contre la fibrillation ventriculaire, selon l'IEC 60479-1, en combinaison avec le facteur de fréquence de la fibrillation ventriculaire, selon l'IEC 60479-2.

[b] L'IEC 60479-2 ne donne pas de facteur pour les fréquences supérieures à 1 kHz.

B.8.8.4 Vérification du fonctionnement correct dans le cas d'un courant différentiel résiduel alternatif auquel est superposé un courant différentiel résiduel continu lissé

L'essai doit être réalisé selon la Figure B.10.

Les interrupteurs S_1 et S_2, ainsi que le DPR, étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel continu lissé doit être appliqué à un pôle choisi au hasard et doit être ajusté à 0,4 $I_{\Delta n}$ ou 10 mA, la valeur retenue étant la plus élevée.

Le courant différentiel résiduel alternatif à la fréquence assignée doit être appliqué à un autre pôle choisi au hasard et est augmenté de façon régulière, à partir d'une valeur ne dépassant pas 0,2 $I_{\Delta n}$, de manière à atteindre la valeur de $I_{\Delta n}$ en moins de 30 s environ, le courant de déclenchement étant mesuré.

Le DPR doit être soumis à essai deux fois pour chacune des positions I et II de l'interrupteur S_3.

Le courant de déclenchement alternatif doit être inférieur ou égal à $I_{\Delta n}$.

B.8.8.5 Vérification du fonctionnement correct dans le cas d'un courant différentiel résiduel continu pulsé auquel est superposé un courant différentiel résiduel continu lissé

L'essai doit être réalisé conformément à la Figure B.9.

Les interrupteurs S_1 et S_2, ainsi que le DPR, étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel continu lissé doit être appliqué à un pôle choisi au hasard et doit être ajusté à 0,4 $I_{\Delta n}$ ou 10 mA, la valeur retenue étant la plus élevée.

Le courant différentiel résiduel continu pulsé doit être appliqué à un autre pôle choisi au hasard avec un angle de retard de courant α de 0° et est augmenté de façon régulière, à partir d'une valeur ne dépassant pas 0,2 $I_{\Delta n}$, de manière à atteindre en moins de 30 s environ la valeur de 1,4 $I_{\Delta n}$, pour les DPR avec $I_{\Delta n} \geq 0{,}030$ A, ou 2 $I_{\Delta n}$, pour les DPR avec $I_{\Delta n} < 0{,}030$ A, le courant de déclenchement étant mesuré.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Le DPR doit être soumis à essai deux fois pour chacune des positions I et II de l'interrupteur S_3.

Le DPR doit déclencher avant que le courant différentiel résiduel pulsé dépasse une valeur de 1,4 $I_{\Delta n}$, pour les DPR avec $I_{\Delta n}$ ≥ 0 030 A, ou 2 $I_{\Delta n}$, pour les DPR avec $I_{\Delta n}$ < 0,030 A.

B.8.8.6 Vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels résiduels continus pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par deux phases

L'essai doit être réalisé conformément à la Figure B.11.

L'essai est réalisé en deux étapes; une première étape a) visant à vérifier le courant de déclenchement, et une deuxième étape b) visant à vérifier la durée de coupure.

a) Les interrupteurs S_1 et S_2, ainsi que le DPR, étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel continu pulsé est augmenté de façon régulière, à partir d'une valeur ne dépassant pas 0,2 $I_{\Delta n}$, de manière à atteindre la valeur de 2 $I_{\Delta n}$ en moins de 30 s environ, le courant de déclenchement étant mesuré.

   Le DPR doit être connecté au circuit d'essai par deux bornes d'alimentation choisies au hasard.

   Le DPR doit être soumis à essai cinq fois pour chacune des positions I et II de l'interrupteur S_3.

   Le DPR doit déclencher dans les limites de 0,5 $I_{\Delta n}$ à 2 $I_{\Delta n}$.

b) Le circuit d'essai étant successivement étalonné au double de chaque valeur de courant donnée dans le Tableau B.1, l'interrupteur S_1 et le DPR étant dans la position de fermeture, le courant différentiel résiduel est établi subitement par la fermeture de l'interrupteur S_2.

   Le DPR étant connecté à deux bornes d'alimentation choisies au hasard, cinq mesurages de la durée de coupure sont effectués pour chacune de ces valeurs de courant différentiel résiduel données dans le Tableau B.1, pour chacune des positions I et II de l'interrupteur S_3.

   Les durées de coupure doivent être conformes au B.4.2.4.

B.8.8.7 Vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels résiduels continus pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par trois phases

Cet essai n'est pas applicable aux DPR bipolaires de type B.

L'essai doit être réalisé conformément à la Figure B.12.

L'essai est réalisé en deux étapes; une première étape a) visant à vérifier le courant de déclenchement, et une deuxième étape b) visant à vérifier la durée de coupure.

a) Les interrupteurs S_1 et S_2, ainsi que le DPR, étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel continu pulsé est augmenté de façon régulière, à partir d'une valeur ne dépassant pas 0,2 $I_{\Delta n}$, de manière à atteindre la valeur de 2 $I_{\Delta n}$ en moins de 30 s environ, le courant de déclenchement étant mesuré.

   Le DPR doit être soumis à essai cinq fois pour chacune des positions I et II de l'interrupteur S_3.

   Le DPR doit déclencher dans les limites de 0,5 $I_{\Delta n}$ à 2 $I_{\Delta n}$.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

b) Le circuit d'essai étant successivement étalonné au double de chaque valeur de courant donnée dans le Tableau B.1, l'interrupteur S_1 et le DPR étant dans la position de fermeture, le courant différentiel résiduel est établi subitement par la fermeture de l'interrupteur S_2.

Cinq mesurages de la durée de coupure sont effectués pour chacune de ces valeurs de courant différentiel résiduel et pour chacune des positions I et II de l'interrupteur S_3.

Les durées de coupure doivent être conformes au B.4.2.4.

B.8.8.8 Vérification du fonctionnement correct dans le cas d'un courant différentiel résiduel continu lissé

B.8.8.8.1 Vérification du fonctionnement correct dans le cas d'un courant différentiel résiduel continu lissé sans charge

L'essai doit être réalisé selon la Figure B.13.

L'essai est réalisé en deux étapes; une première étape a) visant à vérifier le courant de déclenchement, et une deuxième étape b) visant à vérifier la durée de coupure.

a) Les interrupteurs S_1 et S_2, ainsi que le DPR, étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel continu lissé est augmenté de façon régulière, à partir d'une valeur ne dépassant pas 0,2 $I_{\Delta n}$ afin d'atteindre la valeur de 2 $I_{\Delta n}$ en moins de 30 s, le courant de déclenchement étant mesuré.

Un pôle du DPR, choisi au hasard et représenté à titre d'exemple à la Figure B.14, doit être soumis à essai deux fois pour chacune des positions I et II de l'interrupteur S_3.

Le DPR doit déclencher dans les limites de 0,5 $I_{\Delta n}$ à 2 $I_{\Delta n}$.

b) Le circuit d'essai étant successivement étalonné au double de chaque valeur de courant différentiel résiduel de fonctionnement donnée dans le Tableau B.1, l'interrupteur S_1 et le DPR étant dans la position de fermeture, le courant différentiel résiduel est établi subitement par la fermeture de l'interrupteur S_2. L'interrupteur S_3 doit être dans la position I ou II, celle-ci étant choisie au hasard.

Deux mesurages de la durée de coupure sont effectués sur un pôle choisi au hasard pour chaque courant d'essai.

Les durées de coupure doivent être conformes au B.4.2.4.

B.8.8.8.2 Vérification du fonctionnement correct dans le cas d'un courant différentiel résiduel continu lissé avec charge

L'essai décrit en B.8.8.8.1 a) doit être répété, le DPR étant parcouru par le courant assigné comme en usage normal, pendant une durée suffisante pour permettre d'atteindre l'équilibre thermique.

NOTE La charge avec le courant assigné n'est pas représentée à la Figure B.13.

B.8.8.9 Essais aux limites de température

Le DPR doit être soumis aux essais spécifiés en B.8.8.6 b), B.8.8.7 b) et B.8.8.8.1 b), successivement dans les conditions suivantes:

a) température de l'air ambiant: –5 °C, sans charge;

b) température de l'air ambiant: +40 °C, le DPR ayant été précédemment parcouru par le courant assigné, jusqu'à ce qu'il ait atteint l'équilibre thermique. Dans la pratique, cet équilibre thermique est atteint lorsque la variation de l'échauffement, mesurée sur l'une des bornes principales, n'excède pas 1 K par heure. La charge du circuit principal peut être appliquée à tension réduite mais l'alimentation de la fonction de courant différentiel

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

résiduel, pour un DPR fonctionnellement dépendant de la tension d'alimentation, doit être raccordée à sa tension assignée maximale – voir aussi B.8.2.3.

Dans le cas des DPR intégrant plusieurs réglages du courant différentiel résiduel de fonctionnement, les essais sont réalisés au réglage minimal et au réglage maximal.

B.8.8.10 Essai des DPR tripolaires et tétrapolaires alimentés entre deux pôles de phase uniquement

En supplément, les essais décrits en B.8.8.3 et en B.8.8.8.1 sont répétés, le DPR étant alimenté entre deux pôles de phase choisis au hasard.

B.8.9 Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon B.3.1.2.1

B.8.9.1 Généralités

Pour les DPR ayant un courant différentiel résiduel de fonctionnement réglable, l'essai doit être réalisé au réglage minimal.

Pour les DPR à temporisation réglable, l'essai doit être réalisé à l'un quelconque des réglages de la temporisation.

B.8.9.2 Détermination de la valeur limite de la tension d'alimentation

Une tension égale à la tension assignée doit être appliquée aux bornes d'alimentation du DPR et doit ensuite être diminuée progressivement jusqu'à zéro, en un délai correspondant à la plus longue des deux valeurs suivantes jusqu'à ce que se produise l'ouverture automatique:

– environ 30 s;

– un temps suffisamment long pour tenir compte du retard à l'ouverture du DPR, s'il y a lieu (voir B.7.2.12).

La tension correspondante est mesurée.

Trois mesurages sont effectués. Toutes les valeurs doivent être inférieures à 0,85 fois la tension assignée minimale du DPR.

Après ces mesurages, il doit être vérifié que le DPR déclenche lorsqu'un courant différentiel résiduel égal à $I_{\Delta n}$ est appliqué, la tension appliquée étant juste supérieure à la plus forte valeur mesurée.

Il doit alors être vérifié que, pour une quelconque valeur de tension inférieure à la valeur mesurée la plus faible, il n'est pas possible de fermer le DPR à l'aide de ses organes de manœuvre manuels.

B.8.9.3 Vérification de l'ouverture automatique en cas de défaillance de la tension d'alimentation

Le DPR étant en position de fermeture, une tension égale à sa tension assignée ou, dans le cas d'une plage de tensions assignées, à l'une quelconque des tensions assignées, doit être appliquée à ses bornes d'alimentation. La tension est ensuite interrompue. Le DPR doit déclencher. L'intervalle de temps entre l'interruption de la tension et l'ouverture des contacts principaux est mesuré.

Trois mesurages sont effectués:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

a) pour les DPR à ouverture sans temporisation (voir B.7.2.12), aucune valeur ne doit dépasser 0,2 s;

b) pour les DPR à ouverture avec temporisation, les valeurs minimale et maximale doivent se situer à l'intérieur de la plage indiquée par le fabricant.

B.8.10 Vérification du comportement des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation, classés selon B.3.1.2.2

B.8.10.1 Généralités

Pour les DPR ayant un courant différentiel résiduel de fonctionnement réglable, l'essai doit être réalisé au réglage minimal.

Pour les DPR à temporisation réglable, l'essai doit être réalisé à l'un quelconque des réglages de la temporisation.

B.8.10.2 Cas d'une perte d'une phase dans un réseau triphasé (pour les DPR tripolaires et tétrapolaires)

Le DPR doit être raccordé comme indiqué à la Figure B.3 et alimenté du côté source à 0,85 fois la tension assignée ou, dans le cas d'une plage de tensions assignées, à 0,85 fois la valeur de tension assignée la plus basse.

Une phase est alors interrompue en ouvrant l'interrupteur S_4; le DPR doit alors être soumis à l'essai décrit en B.8.2.4.4. L'interrupteur S_4 étant refermé, un autre essai doit être réalisé en ouvrant l'interrupteur S_5; le DPR doit alors être soumis à l'essai décrit en B.8.2.4.4.

Ce mode opératoire d'essai doit être répété en raccordant la résistance variable *R* tour à tour à chacune des deux autres phases.

B.8.10.3 Cas de chute de tension causée par une surintensité résultant d'un défaut, à basse impédance, à la terre

Le DPR doit être raccordé selon la Figure B.3 et alimenté du côté source avec la tension assignée ou, dans le cas d'une plage de tensions assignées, avec la tension assignée la plus basse.

L'alimentation est ensuite interrompue en ouvrant S_1. Le DPR ne doit pas déclencher.

S_1 est ensuite refermé et la tension est réduite de la manière suivante:

a) pour les DPR destinés à être utilisés avec une alimentation triphasée: à 70 % de la tension assignée la plus basse;

b) pour les DPR destinés à être utilisés avec une alimentation monophasée: à une tension de 85 V appliquée comme suit:

- pour les DPR unipolaires ou bipolaires: entre les pôles;
- pour les DPR tripolaires ou tétrapolaires, déclarés aptes à une utilisation avec une alimentation monophasée (voir B.5): entre chaque combinaison de deux pôles, raccordés selon les spécifications du fabricant.

NOTE Pour les besoins de la présente annexe, un DPR à un pôle est un appareil avec un pôle protégé contre les surintensités et un neutre non coupé (deux voies de passage de courant).

Un courant de valeur égale à $I_{\Delta n}$ doit ensuite être appliqué à a) et/ou à b), suivant le cas. Le DPR doit déclencher.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.11 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel résiduel en court-circuit

B.8.11.1 Généralités

Cet essai est destiné à vérifier l'aptitude du DPR à établir, supporter pendant une durée spécifiée, et interrompre les courants différentiels résiduels de court-circuit.

B.8.11.2 Conditions d'essai

Le DPR doit être soumis à essai conformément aux conditions générales d'essai spécifiées en 8.3.2.6, suivant la Figure 9 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, mais en étant raccordé d'une manière telle que le courant de court-circuit soit un courant différentiel résiduel.

L'essai doit être réalisé sous une tension entre phase et neutre sur un seul pôle, qui ne doit pas être le pôle neutre. Les parties conductrices que le courant différentiel résiduel de court-circuit n'a pas à parcourir sont raccordées à la tension d'alimentation par leurs bornes d'alimentation.

Le cas échéant, le DPR doit être réglé à la valeur minimale du courant différentiel résiduel de fonctionnement et à la valeur maximale de la temporisation.

Si le DPR a plus d'une valeur de I_{cu}, chacune d'elles ayant une valeur correspondante de $I_{\Delta m}$, l'essai doit être réalisé à la valeur maximale de $I_{\Delta m}$, sous la tension correspondante entre phase et neutre.

B.8.11.3 Mode opératoire d'essai

La séquence de manœuvres à effectuer est:

O – *t* – CO

B.8.11.4 Conditions du DPR après essai

Après l'essai de B.8.11.3, le DPR doit satisfaire aux exigences suivantes:

a) Le DPR ne doit présenter aucun dommage susceptible de compromettre son emploi ultérieur et doit être capable, sans entretien:
   - de supporter une tension égale à deux fois sa tension assignée d'emploi maximale, dans les conditions décrites en 8.3.3.4.1, point 4) de l'IEC 60947-1:2007. Pour les besoins du présent document, les circuits comprenant des appareils à semiconducteurs doivent être déconnectés pour les essais;
   - d'établir et de couper son courant assigné sous sa tension assignée d'emploi maximale.

b) Le DPR doit pouvoir satisfaire aux essais spécifiés en B.8.2.4.4, mais à une valeur égale à 1,25 $I_{\Delta n}$ et sans mesurage de la durée de coupure. L'essai doit être réalisé sur un pôle choisi au hasard.

   Si le DPR a un courant différentiel résiduel de fonctionnement réglable, l'essai doit être réalisé au réglage le plus bas, à un courant correspondant à 1,25 fois celui du réglage.

c) Le cas échéant, le DPR doit aussi être soumis à l'essai de B.8.2.4.5.

d) Les DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation doivent aussi satisfaire aux essais de B.8.9 ou B.8.10, suivant le cas.

e) Les DPR du type B doivent déclencher avec un courant d'essai de 2,5 $I_{\Delta n}$ avec un courant continu lissé. Un seul essai est réalisé, sans mesurage de la durée de coupure.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

B.8.12 Vérification des effets des conditions d'environnement

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 60068-2-30.

La température supérieure doit être de 55 °C ± 2 °C (variante 1) et le nombre de cycles doit être:

– de 6 pour $I_{\Delta n} > 1$ A,

– de 28 pour $I_{\Delta n} \leq 1$ A.

L'essai de 28 cycles doit être appliqué aux DPR ayant plusieurs réglages de courant différentiel résiduel de fonctionnement si l'un des réglages possibles est ≤ 1 A.

A la fin des cycles, le DPR doit pouvoir satisfaire aux essais de B.8.2.4.4, mais avec un courant différentiel résiduel d'essai de 1,25 $I_{\Delta n}$ et sans mesurage de la durée de coupure. Il est nécessaire de n'effectuer qu'une seule vérification.

Le cas échéant, le DPR doit aussi être soumis à l'essai de B.8.2.4.5. Il est nécessaire de n'effectuer qu'une seule vérification.

Les DPR du type B doivent déclencher avec un courant d'essai de 2,5 $I_{\Delta n}$ avec un courant continu lissé. Un seul essai est réalisé, sans mesurage de la durée de coupure.

B.8.13 Vérification de la compatibilité électromagnétique

B.8.13.1 Essais d'immunité

B.8.13.1.1 Généralités

L'Annexe J est applicable avec les exigences supplémentaires suivantes.

Pour les DPR avec réglage du courant différentiel résiduel de fonctionnement et/ou de la temporisation, les essais doivent être réalisés au réglage minimal.

Le DPR doit être alimenté à la tension assignée d'emploi ou, dans le cas d'une plage de tensions assignées d'emploi, à une quelconque tension convenable comprise dans cette plage.

Les essais sont réalisés sans courant de charge mais avec le courant différentiel résiduel, lorsque celui-ci est spécifié.

Les résultats des essais d'immunité doivent être appréciés sur la base des critères de comportement donnés en J.2.1, avec les spécifications suivantes:

Critère de comportement A:

Pour l'étape 1, le DPR ne doit pas déclencher lorsqu'il est chargé à 0,3 $I_{\Delta n}$ sur un pôle choisi au hasard; les fonctions de surveillance, le cas échéant, doivent indiquer correctement l'état.

Pour l'étape 2, le DPR doit déclencher à chaque fréquence d'essai lorsqu'il est chargé à 1,25 $I_{\Delta n}$; le temps de maintien à chaque fréquence ne doit pas être inférieur à la durée maximale de coupure spécifiée pour $I_{\Delta n}$ en B.4.2.4.1 ou en B.4.2.4.2, suivant le cas.

Après ces essais, le fonctionnement correct du DPR doit être vérifié dans le cas d'une apparition soudaine d'un courant différentiel résiduel, selon B.8.2.4.4, mais à $I_{\Delta n}$ seulement.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Les DPR du type B doivent déclencher avec un courant d'essai de 2,5 $I_{\Delta n}$ avec un courant continu lissé. Un seul essai est réalisé, sans mesurage de la durée de coupure.

Critère de comportement B:

Pendant l'essai, le DPR ne doit pas déclencher lorsqu'il est chargé à 0,3 $I_{\Delta n}$ sur un pôle choisi au hasard; les fonctions de surveillance, le cas échéant, peuvent être temporairement affectées.

Après l'essai, le fonctionnement correct du DPR doit être vérifié dans le cas d'une apparition soudaine d'un courant différentiel résiduel, selon B.8.2.4.4, mais à $I_{\Delta n}$ seulement.

Les DPR du type B doivent déclencher avec un courant d'essai de 2,5 $I_{\Delta n}$ avec un courant continu lissé. Un seul essai est réalisé, sans mesurage de la durée de coupure.

B.8.13.1.2 Décharges électrostatiques

L'Annexe J est applicable, en particulier J.2.2.

L'installation d'essai doit être conforme à la Figure J.1 et à la Figure J.3.

Le critère de comportement B est applicable, mis à part que le DPR peut déclencher pendant l'essai. Si c'est le cas, un nouvel essai doit être réalisé au niveau immédiatement inférieur, et le DPR ne doit pas déclencher.

B.8.13.1.3 Champs électromagnétiques RF rayonnés

L'Annexe J est applicable, en particulier J.2.3.

L'installation d'essai doit être conforme à la Figure J.4.

Les raccordements d'essai doivent être conformes à la Figure 5 ou la Figure 6 de l'IEC 61000-4-3:2006, suivant le cas, en prenant en considération les instructions du fabricant pour l'installation. Le type de câble utilisé doit être indiqué dans le rapport d'essai.

Le critère de comportement A est applicable.

B.8.13.1.4 Transitoires électriques rapides en salves (TER/S)

L'Annexe J est applicable, en particulier J.2.4.

Les raccordements d'essai doivent être conformes à la Figure 4 de l'IEC 61000-4-4:2012.

L'installation d'essai doit être conforme à la Figure J.5 pour l'essai des lignes d'alimentation et à la Figure J.6 pour l'essai des lignes de signaux, en prenant en considération les instructions du fabricant pour l'installation.

Le critère de comportement B est applicable.

B.8.13.1.5 Ondes de choc

L'Annexe J est applicable, en particulier J.2.5.

Les conditions d'essai de 7.2 de l'IEC 61000-4-5:2014 sont applicables.

Par commodité, le montage spécifié en B.8.13.1.4 peut être utilisé mais l'emploi du plan de référence de terre est facultatif.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Les raccordements d'essai doivent être conformes aux Figures 6, 7, 8 ou 9 de l'IEC 61000-4-5:2014, en prenant en considération les instructions du fabricant pour l'installation.

Le critère de comportement B est applicable.

B.8.13.1.6 Perturbations conduites, induites par les champs RF (mode commun)

L'Annexe J est applicable, en particulier J.2.6.

Le critère de comportement A est applicable.

B.8.13.2 Essais d'émission

B.8.13.2.1 Généralités

L'Annexe J est applicable avec les exigences supplémentaires suivantes.

Le DPR doit être alimenté à la tension assignée d'emploi ou, dans le cas d'une plage de tensions assignées d'emploi, à une quelconque tension convenable comprise dans cette plage.

Les essais doivent être réalisés sans courant de charge et sans courant différentiel résiduel.

B.8.13.2.2 Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz)

L'Annexe J est applicable, en particulier J.3.2.

B.8.13.2.3 Perturbations rayonnées aux fréquences radioélectriques (30 MHz à 1 000 MHz)

L'Annexe J est applicable, en particulier J.3.3.

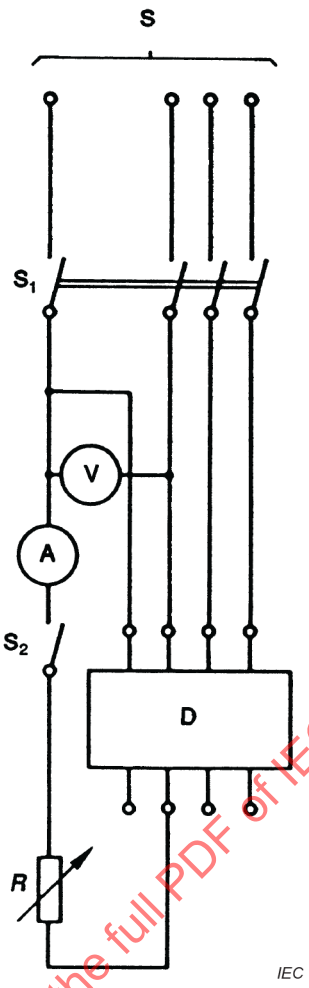
B.8.14 Essais pour des variations ou des interruptions de tension et pour des creux de tension

NOTE Pour une définition des creux de tension, voir l'IEC 61000-4-11.

Les essais correspondants de B.8.8 et B.8.10 sont considérés comme adaptés pour couvrir les exigences de CEM.

Aucun essai supplémentaire n'est donc exigé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Légende

S alimentation

V voltmètre

A ampèremètre

S_1 interrupteur multipolaire

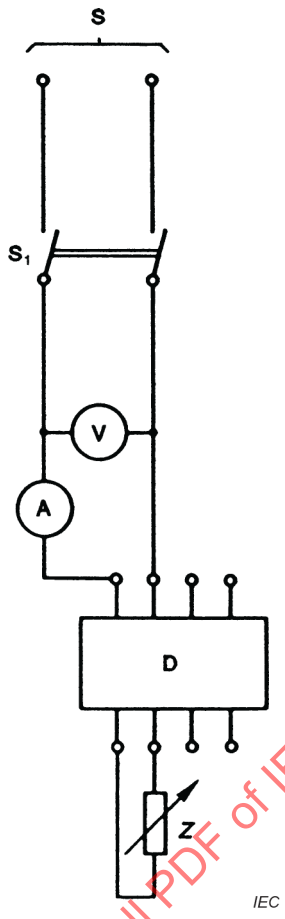
S_2 interrupteur unipolaire

D DPR soumis à essai

R résistance réglable

Figure B.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement (voir B.8.2)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Légende

S alimentation

V voltmètre

A ampèremètre

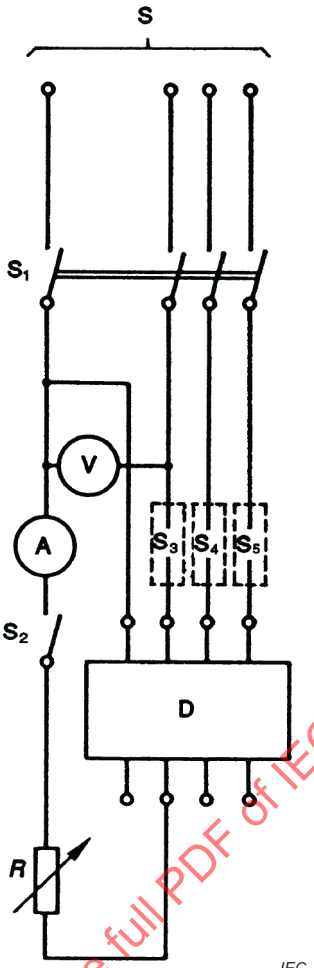
D DPR soumis à essai

Z impédance réglable

S_1 interrupteur bipolaire

Figure B.2 – Circuit d'essai pour la vérification de la valeur limite du courant de non-fonctionnement en cas de surintensités (voir B.8.5)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Légende

S	alimentation	S_2	interrupteur unipolaire
V	voltmètre	S_3, S_4, S_5	interrupteurs unipolaires ouvrant tour à tour une phase
A	ampèremètre	D	DPR soumis à essai
S_1	interrupteur multipolaire	*R*	résistance réglable

Figure B.3 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement des DPR classés selon B.3.1.2.2 (voir B.8.10)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

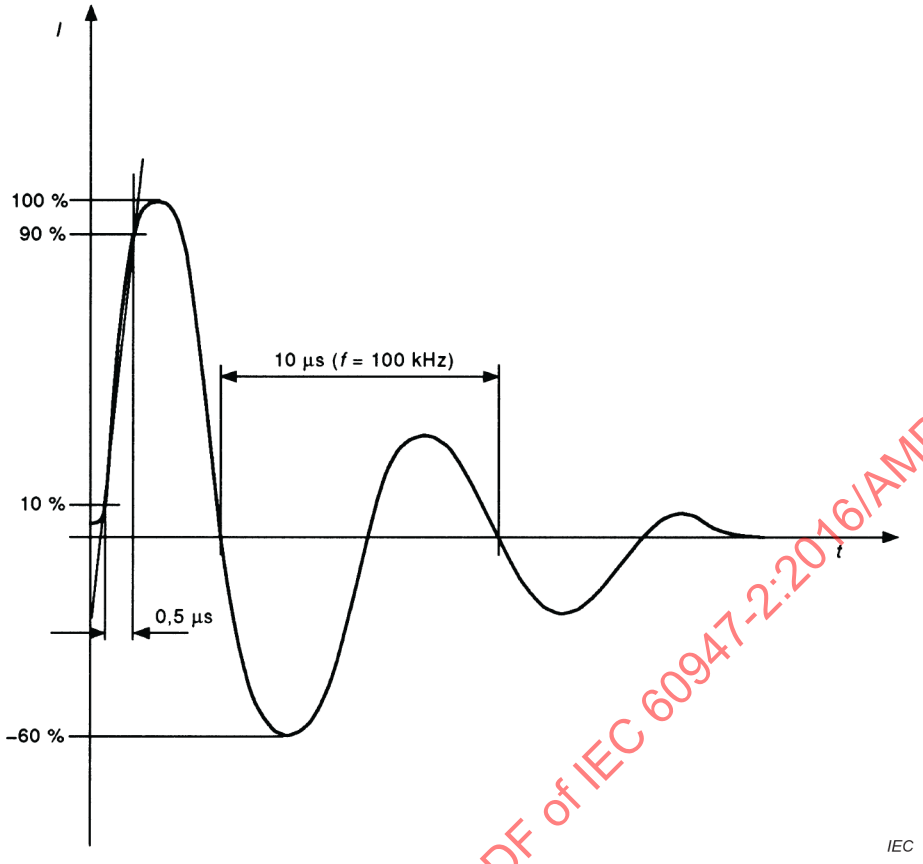
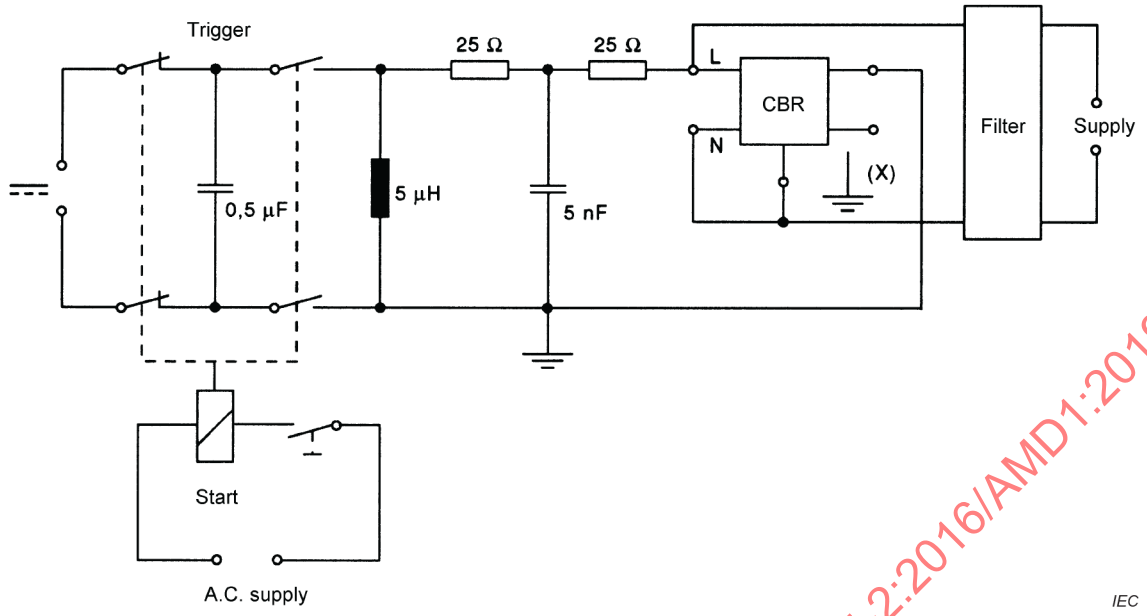


Figure B.4 – Onde de courant 0,5 µs/100 kHz

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Anglais	Français
Trigger	Déclencheur
CBR	DPR
Filter	Filtre
Supply	Alimentation
Start	Courant de départ
A.C. supply	Alimentation c.a.

(X) Borne de terre, si elle existe, raccordée à la borne du neutre, si elle est repérée ou en l'absence d'un tel marquage, à l'une quelconque des bornes de phase.

Les valeurs des composants du circuit sont données seulement comme recommandations et peuvent exiger un réglage afin de satisfaire aux exigences concernant la forme d'onde de la Figure B.4.

Figure B.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs

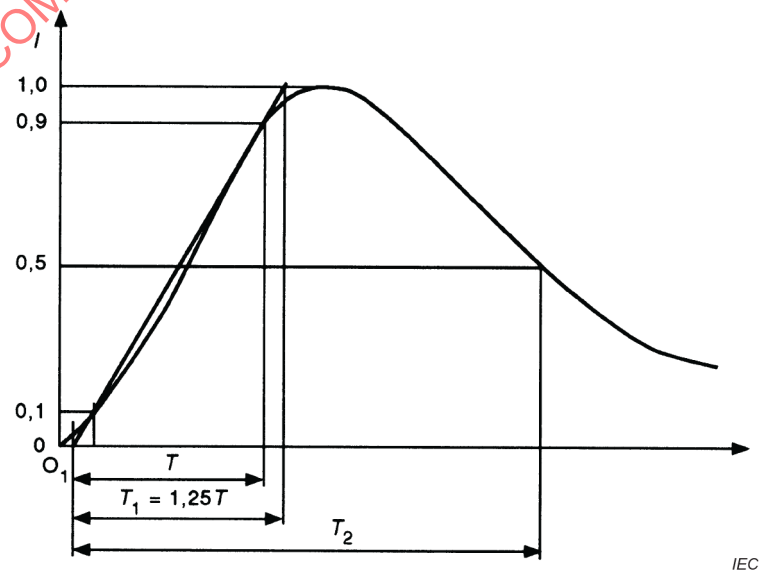
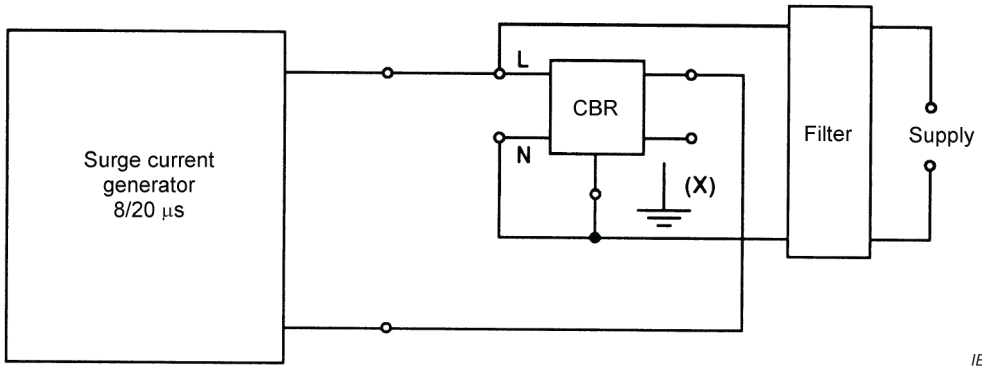


Figure B.6 – Onde de courant de choc 8/20 µs

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

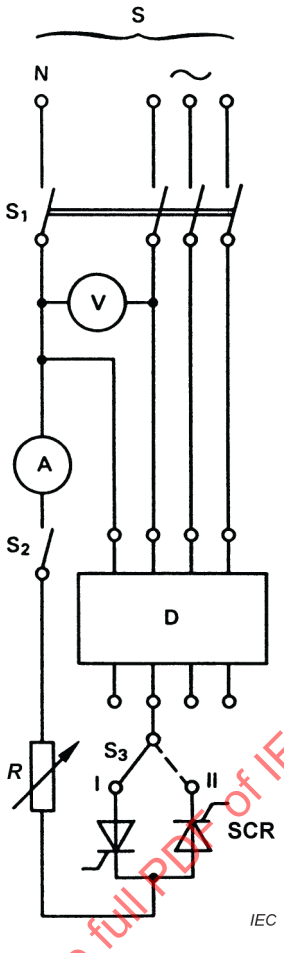


Anglais	Français
Surge current generator 8/20 µs	Onde de courant de choc 8/20 µs
CBR	DPR
Filter	Filtre
Supply	Alimentation

(X) Borne de terre, si elle existe, raccordée à la borne du neutre, si elle est repérée ou en l'absence d'un tel marquage, à l'une quelconque des bornes de phase.

Figure B.7 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs en cas d'amorçage sans courant de suite

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Légende

S alimentation

V voltmètre

A ampèremètre

D DPR soumis à essai

SCR thyristors

R résistance réglable

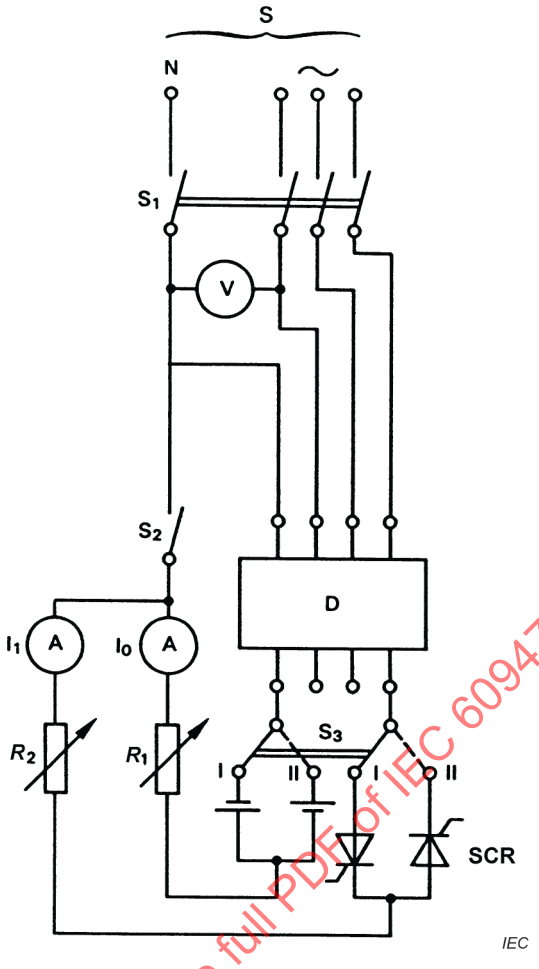
S_1 interrupteur multipolaire

S_2 interrupteur unipolaire

S_3 interrupteur bidirectionnel

Figure B.8 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DPR, dans le cas de courants différentiels résiduels continus pulsés

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

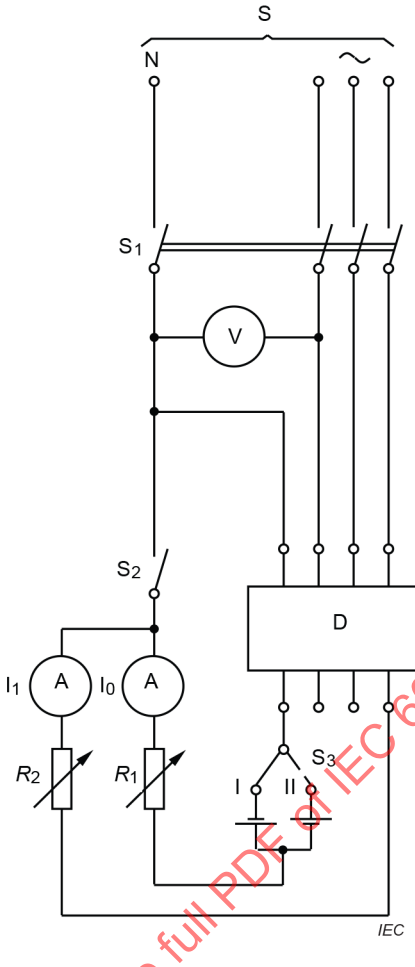


Légende

S	alimentation	R_1, R_2	résistances variables
V	voltmètre	S_1	interrupteur multipolaire
A	ampèremètre	S_2	interrupteur unipolaire
D	DPR soumis à essai	S_3	interrupteur bidirectionnel
SCR	thyristors		

Figure B.9 – Circuit d'essai pour le courant différentiel résiduel continu pulsé auquel est superposé un courant continu lissé

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

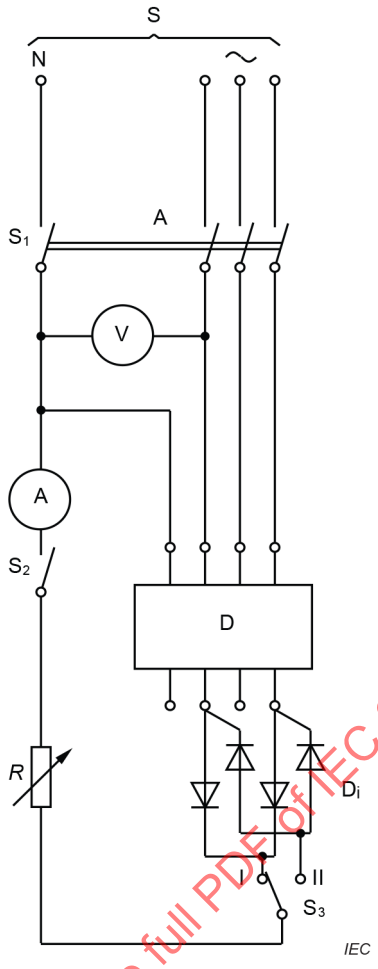


Légende

S	alimentation	R_1, R_2	résistances variables
V	voltmètre	S_1	interrupteur multipolaire
A	ampèremètre	S_2	interrupteur unipolaire
D	DPR soumis à essai	S_3	interrupteur bidirectionnel

Figure B.10 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels alternatifs auxquels est superposé un courant continu lissé

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Légende

Alimentation en A par 2 phases choisies au hasard

S alimentation

V voltmètre

A ampèremètre

D DPR soumis à essai

D_i diodes

R résistance réglable

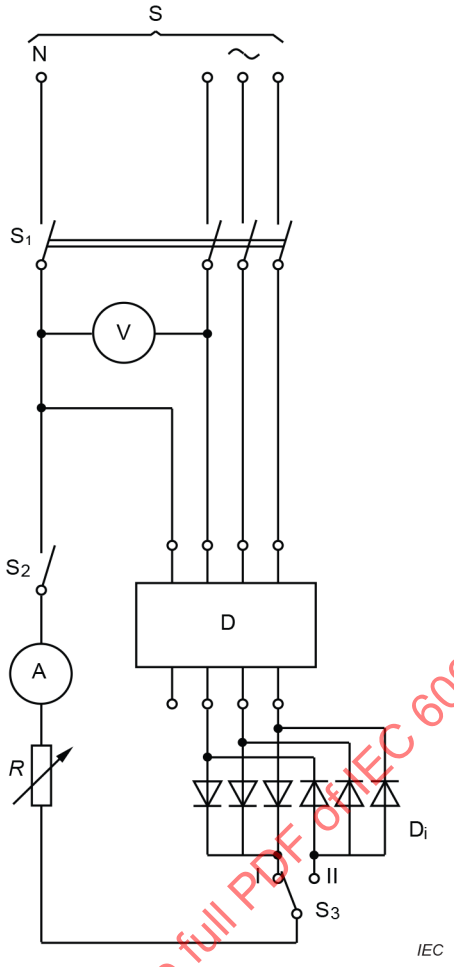
S_1 interrupteur multipolaire

S_2 interrupteur unipolaire

S_3 interrupteur bidirectionnel

Figure B.11 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels continus pulsés pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par deux phases

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Légende

S alimentation

V voltmètre

A ampèremètre

D DPR soumis à essai

D_i diodes

R résistances réglables

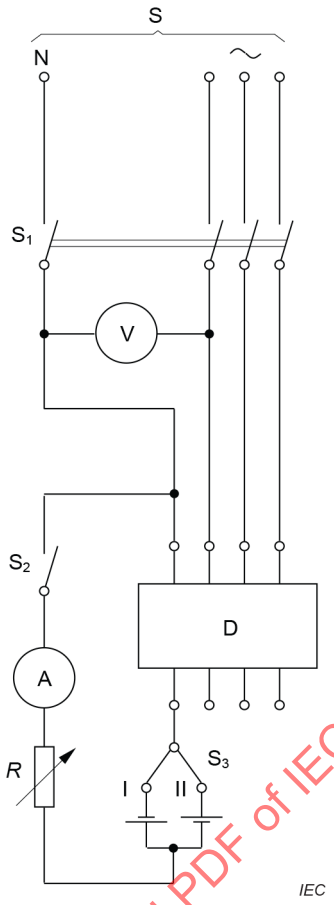
S_1 interrupteur multipolaire

S_2 interrupteur unipolaire

S_3 interrupteur bidirectionnel

Figure B.12 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels continus pulsés pouvant résulter de circuits redresseurs alimentés par trois phases

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

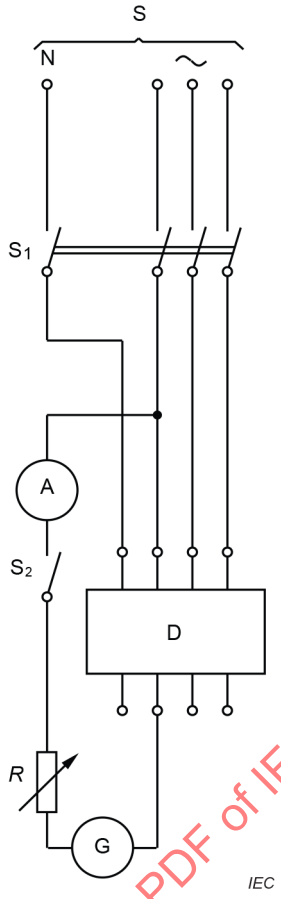


Légende

S	alimentation	*R*	résistance réglable
V	voltmètre	S_1	interrupteur multipolaire
A	ampèremètre	S_2	interrupteur unipolaire
D	DPR soumis à essai	S_3	interrupteur bidirectionnel

Figure B.13 – Circuit d'essai pour le courant différentiel résiduel continu lissé

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Légende

S	alimentation	*R*	résistance réglable
A	ampèremètre	S_1	interrupteur multipolaire
D	DPR soumis à essai	S_2	interrupteur unipolaire
G	générateur		

Figure B.14 – Circuit d'essai pour les courants différentiels résiduels composites et les courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux jusqu'à 1 000 Hz

Annexe D – Disponible

Remplacer le titre et le texte par la nouvelle Annexe D suivante:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Annexe D
(normative)

Exigences supplémentaires relatives aux disjoncteurs destinés au raccordement de conducteurs en aluminium

D.1 Généralités

L'objectif de la présente annexe est de répondre au besoin de raccorder des conducteurs en aluminium, en variante au cuivre, en spécifiant les essais appropriés et les autres exigences, tout en assurant la sécurité et le fonctionnement correct.

La présente annexe spécifie les exigences relatives à l'utilisation de conducteurs en aluminium à âme massive et à âme divisée, et de jeux de barres en aluminium, avec les disjoncteurs relevant du domaine d'application du présent document, comme suit:

a) les conducteurs d'essai en aluminium qui sont équivalents à, et qui peuvent être utilisés en variante des conducteurs en cuivre donnés dans les Tableaux 9, 10 et 11 de l'IEC 60947-1:2007, pour les bornes représentées aux Figures D.1, D.2, D.3, D.4, D.5 (comprenant les jeux de barres) et D.6 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, ou des organes de serrage similaires;

b) méthode de vérification des organes de raccordement des conducteurs en aluminium conformément à un usage normal, pour les bornes représentées aux Figures D.1, D.2, D.3, D.4 et D.6 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, ou des organes de serrage similaires. Les essais portant sur les organes de serrage pour cosses représentés à la Figure D.5 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 sont couverts par l'IEC 61238-1 (toutes les parties).

Les bornes couvertes par la présente annexe peuvent faire partie intégrante du disjoncteur ou bien être fournies sous forme d'accessoire.

NOTE Le terme "borne" utilisé dans la présente annexe est équivalent au terme "organe de serrage" utilisé dans l'IEC 60947-1.

Les bornes sans vis telles qu'elles sont représentées à la Figure D.7 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, et le raccordement de conducteurs en aluminium à âme souple ne sont pas couverts par la présente annexe. Le raccordement simultané de conducteurs en aluminium et de conducteurs en cuivre dans un même organe de serrage n'est pas couvert par la présente annexe.

D.2 Termes et définitions

L'Article 2 est applicable avec les ajouts suivants:

D.2.1
conducteur de référence
longueur continue de conducteur, de même type et de même section que celui utilisé dans la borne soumise à essai, et reliée au même circuit en série pour permettre de déterminer la température de référence et, si cela est exigé, la résistance de référence

D.2.2
égaliseur
dispositif utilisé dans la boucle d'essai pour assurer un point équipotentiel et une densité de courant uniforme dans un conducteur à âme divisée, sans affecter défavorablement la température du ou des conducteurs

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

D.2.3
facteur de stabilité
Sf
mesure de la stabilité de température d'une borne pendant l'essai de cycle de courant

Note 1 à l'article: Les définitions pour les différents types de bornes figurent dans l'Annexe D de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010.

D.3 Classification

L'Article 3 est applicable avec les ajouts suivants:

Suivant le raccordement du conducteur:

– utilisable uniquement avec des conducteurs en cuivre, ou
– utilisable avec des conducteurs en cuivre ou des conducteurs en aluminium, ou
– utilisable uniquement avec des conducteurs en aluminium.

D.4 Caractéristiques

L'Article 4 est applicable.

D.5 Informations sur le matériel

D.5.1 Nature des informations

Le paragraphe 5.1 est applicable.

D.5.2 Marquage

Le paragraphe 5.2 est applicable avec l'ajout suivant:

L'aptitude de la borne à une utilisation uniquement avec des conducteurs en aluminium (Al), ou à une utilisation avec des conducteurs en cuivre et des conducteurs en aluminium (Cu/Al) doit être marquée sur le disjoncteur ou les bornes du disjoncteur, ou mentionnée dans la documentation du fabricant, suivant le cas. Lorsque le marquage figure sur le disjoncteur ou ses bornes, les abréviations "AL" et "CU/AL" peuvent également être utilisées.

Si le courant assigné des bornes est inférieur au courant assigné du disjoncteur, il doit être marqué sur le disjoncteur ou les bornes du disjoncteur, ou mentionné dans la documentation du fabricant, suivant le cas.

D.5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien

Le paragraphe 5.3 est applicable avec l'ajout suivant:

La documentation du fabricant peut recommander des bonnes pratiques d'installation, telles que:

(i) après avoir retiré l'isolation du conducteur, et préalablement au raccordement, l'âme en aluminium du conducteur doit être nettoyée à l'aide d'une brosse métallique, puis un composé antioxydant doit être appliqué afin de limiter l'oxydation de l'aluminium;

(ii) traitement du jeu de barres aux points de raccordement, par nettoyage de l'aluminium à l'aide d'une brosse métallique puis application d'un composé antioxydant, ou bien par application d'une couche conductrice d'électricité, telle que l'étamage;

(iii) utilisation de matériel spécifique pour le raccordement.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

D.6 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'Article 6 est applicable.

D.7 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement

L'Article 7 est applicable avec l'ajout suivant:

Les organes de serrage destinés à être utilisés avec un ou des conducteurs en aluminium doivent recevoir un traitement de surface électriquement conducteur, tel que l'étamage, ou d'autres moyens visant à empêcher une corrosion due à des potentiels électrochimiques différents.

Le fabricant doit spécifier si les bornes sont appropriées pour des conducteurs à âme divisée, à âme massive, ou les deux. Des essais de fonctionnement doivent être réalisés avec tous les types de conducteurs spécifiés par le fabricant.

Les sections de conducteurs en aluminium données pour les différents courants dans le Tableau D.7 et le Tableau D.8 correspondent à celles du Tableau 9, du Tableau 10 et du Tableau 11 de l'IEC 60947-1:2007 pour les conducteurs en cuivre.

NOTE Les sections de conducteurs ont été extraites de l'IEC 60898-1 et des documents UL 486E et IS 13947-1.

D.8 Essais

D.8.1 Généralités

Les essais doivent être réalisés avec des conducteurs en aluminium présentant une section conforme à celles données dans le Tableau D.7, correspondant à la plus faible valeur soit du courant assigné de l'appareil, soit du courant assigné des bornes.

Le câble en aluminium à utiliser doit être un câble à âme massive avec une isolation noire, présentant des propriétés électriques et mécaniques conformes à l'IEC 60228.

Un conducteur en aluminium de classe A, fabriqué avec de l'alliage d'aluminium 1350, tel qu'il est spécifié dans l'IEC 61545, doit être utilisé pour les essais.

NOTE 1 L'alliage d'aluminium 1350 est généralement considéré comme étant le cas le plus défavorable et son usage à des fins d'essai est conforme aux normes UL 486.

NOTE 2 Les exigences définissant l'adéquation de bornes destinées à être utilisées avec des conducteurs à âme sectorale sont à l'étude.

Les essais suivants doivent être réalisés sur le matériel ou le spécimen de borne à utiliser dans le produit fini, comme spécifié dans le Tableau D.1 ci-après. Chaque spécimen se compose d'une paire de bornes et d'une partie conductrice.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau D.1 – Liste des essais pour les raccordements[a] de câbles en aluminium dans les bornes

Essai		Paragraphe	Essai portant sur	Nombre de spécimens
Essai de cycle de courant		D.8.2	Spécimen de borne	4 spécimens
Propriétés mécaniques des bornes	Essai de flexion	D.8.3.1	Disjoncteur	Conformément au 8.2.4.3 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010
	Essai de traction	D.8.3.2		Conformément au 8.2.4.4 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010
Essai d'insertion		D.8.4	Disjoncteur	Conformément au 8.2.4.5 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010

[a] Type de raccordement limité aux types d'organes de serrage représentés aux Figures D.1, D.2, D.3, D.4 et D.6, conformément à l'Annexe D de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010.

D.8.2 Essai de cycle de courant

D.8.2.1 Généralités

La finalité de cet essai est de vérifier la stabilité de la borne en comparant sa température avec celle du conducteur de référence, dans des conditions de cycle de courant. Cet essai doit être réalisé sur les bornes seules, et non sur le disjoncteur.

D.8.2.2 Préparation

L'essai doit être réalisé sur quatre spécimens, chacun d'eux étant constitué d'une paire de bornes, assemblées de manière telle qu'elles soient représentatives de l'utilisation des bornes dans le disjoncteur. Les bornes qui ont été retirées du matériel doivent être solidarisées à des parties conductrices de section, de forme, de composition métallique et de finition identiques à celles sur lesquelles elles sont montées sur le matériel. La partie conductrice ne doit pas dépasser:

(i) trois fois la longueur de la borne,

(ii) la largeur de la borne,

comme représenté à la Figure D.2. Les bornes doivent être solidarisées aux parties conductrices de la même manière (position, couple, etc.) que sur le matériel.

Pour éviter une oxydation excessive du conducteur et pour assurer un raccordement approprié, une longueur d'isolation suffisante doit être retirée juste avant l'installation (c'est-à-dire sans retard intentionnel).

Le fil doit être positionné de telle sorte qu'une longueur de conducteur nu comprise entre 6 mm et 13 mm soit exposée entre la face d'insertion du fil dans la borne et le bord de l'isolation. Il ne doit pas y avoir d'élimination mécanique ou par traitement chimique d'une quelconque oxydation à la surface du conducteur pénétrant dans la borne, sauf si les instructions du fabricant l'exigent explicitement, auquel cas cela doit être indiqué dans le rapport d'essai.

D.8.2.3 Dispositif d'essai

La disposition générale des échantillons doit être telle qu'elle est représentée à la Figure D.1.

L'essai doit être réalisé avec des conducteurs conformes au Tableau D.7, en spécifiant la section équivalente pour les conducteurs en aluminium.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

La longueur du conducteur d'essai, depuis le point d'entrée des spécimens de borne jusqu'à l'égaliseur, doit être conforme au Tableau D.2.

Les conducteurs d'essai doivent être raccordés en série à un conducteur de référence de section identique. La longueur du conducteur de référence doit être approximativement égale à deux fois celle du conducteur d'essai.

90 % de la valeur du couple stipulé par le fabricant, ou en l'absence d'une telle indication, du couple sélectionné dans le Tableau 4 de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014, doit être appliqué pour raccorder les câbles en aluminium aux spécimens de bornes.

Chaque extrémité libre du ou des conducteurs d'essai et de référence, non raccordée à un spécimen de borne, doit être soudée ou brasée à une courte longueur d'égaliseur dont la section ne dépasse pas celle donnée dans le Tableau D.3. Tous les brins du conducteur doivent être soudés ou brasés afin d'établir une connexion électrique avec l'égaliseur. En variante, des raccordements par sertissage à compression à l'aide d'un outil, sans soudage ni brasage, peuvent être utilisés pour l'égaliseur, sous réserve d'accord du fabricant.

Pour une borne de câblage d'équipement destinée au raccordement en parallèle de conducteurs, l'espacement entre les orifices dans l'égaliseur doit être identique à celui de la borne de câblage de l'équipement.

La distance entre les conducteurs d'essai et de référence doit être d'au moins 150 mm.

Le spécimen d'essai doit être suspendu à l'air libre à l'horizontale ou à la verticale, en soutenant l'égaliseur par le biais de supports non conducteurs, de façon à réduire le plus possible la charge de traction sur les bornes. Des barrières thermiques doivent être installées à mi-chemin entre les conducteurs, et doivent s'étendre sur 25 mm ± 5 mm dans le sens de la largeur et sur 150 mm ± 10 mm dans le sens de la longueur au-delà des bornes (voir Figure D.1). Les barrières thermiques ne sont pas exigées lorsque les spécimens sont distants d'au moins 450 mm. Les spécimens doivent être disposés à au moins 600 mm du sol, d'une paroi ou du plafond.

Les spécimens d'essai doivent être disposés dans un environnement essentiellement exempt de vibrations et de courants d'air, et à une température ambiante comprise entre 15 °C et 35 °C. Une fois l'essai démarré, la variation maximale admissible est de ± 4 K, sous réserve de ne pas dépasser les limites autorisées.

D.8.2.4 Mesurages de température

Les mesurages de température sont effectués au moyen de thermocouples. Le positionnement des thermocouples ne doit pas endommager la borne ni le conducteur de référence.

NOTE 1 Le perçage d'un petit trou suivi de la fixation du thermocouple constitue une méthode acceptable, sous réserve que le fonctionnement n'en soit pas affecté et sous réserve de l'accord du fabricant.

Pour le mesurage de la température de la borne, le thermocouple doit être disposé du côté de l'insertion du conducteur dans la borne, à proximité de l'interface de contact.

Pour le mesurage de la température du conducteur de référence, le thermocouple doit être disposé à mi-chemin entre les extrémités du conducteur et sous son isolant.

La température ambiante doit être mesurée avec deux thermocouples, de manière à assurer une lecture moyenne et stable à proximité de la boucle d'essai, sans influence externe indésirable. Les thermocouples doivent être disposés dans un plan horizontal passant par les spécimens, à une distance minimale de ceux-ci de 600 mm.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

NOTE 2 Une méthode satisfaisante pour atteindre la stabilité du mesurage consiste, par exemple, à fixer le thermocouple à des plaques en cuivre sans traitement de surface, d'environ 50 mm x 50 mm et d'une épaisseur comprise entre 6 mm et 10 mm.

D.8.2.5 Méthode d'essai

La boucle d'essai doit être soumise à 500 cycles; chaque cycle se compose d'une durée à l'état passant et d'une durée d'arrêt, comme spécifié, en commençant à la valeur de courant d'essai donnée dans le Tableau D.4.

La durée à l'état passant doit correspondre au temps nécessaire à la borne éprouvette pour atteindre une température stable. La durée d'arrêt doit correspondre au temps nécessaire pour atteindre la température ambiante du local. Ces durées doivent être déterminées au cours des 25 premiers cycles de l'essai. Une borne éprouvette a atteint une température stable lorsque trois lectures, effectuées à au moins 10 min d'intervalle, ne révèlent pas de variation supérieure à 2 °C entre deux quelconques des lectures. La durée de stabilisation en température correspond à la première des trois lectures indiquant une température stable.

Un refroidissement à air pulsé peut être utilisé pour réduire la durée d'arrêt, si cela est admis par le fabricant. Dans ce cas, il doit être appliqué sur l'ensemble de la boucle d'essai et la température résultant de l'application de l'air pulsé ne doit pas être inférieure à la température de l'air ambiant.

En variante, pour les bornes avec un seul conducteur, les durées à l'état passant et/ou d'arrêt du Tableau D.4 peuvent être utilisées.

A l'approche de la fin de chaque durée à l'état passant pour les 24 premiers cycles, la température de chaque borne doit avoir atteint un minimum de 105 °C. Si nécessaire, le courant doit être ajusté pour satisfaire cette condition.

Lorsque le fabricant atteste que l'échauffement maximal des bornes est inférieur à 70 K, la température de 105 °C peut être réduite à cette valeur de l'échauffement plus 35 °C. Ceci doit être attesté au moyen d'un essai d'échauffement, conformément aux conditions générales du 8.3.3.3.4 de l'IEC 60947-1:2007, réalisé sur l'appareil en appliquant la plus faible de la valeur de courant, entre le courant assigné de l'appareil et le courant assigné des bornes. Cet essai doit être réalisé sur un appareil neuf, équipé des bornes à l'étude et des conducteurs en aluminium tels qu'ils sont spécifiés dans le Tableau D.7. L'échauffement maximal de toutes les bornes doit être utilisé afin de déterminer la température cible pour l'essai de cycle de courant.

Au 25^{e} cycle, le courant d'essai doit être ajusté pour la dernière fois et la température correspondante, une fois stabilisée avec le courant de charge final, doit être consignée comme étant le premier mesurage. Il ne doit y avoir aucun ajustement ultérieur du courant d'essai pendant le restant de l'essai.

Les températures doivent en outre être consignées après environ 50, 75, 100, 125, 175, 225, 275, 350, 425 et 500 cycles. La température doit être mesurée pendant les 5 dernières minutes de la durée à l'état passant. Si le nombre d'éprouvettes ou la vitesse d'acquisition des données est tel(le) que tous les mesurages ne peuvent pas être réalisés en moins de 5 min, la durée à l'état passant doit être étendue autant que nécessaire de manière à effectuer ces mesurages.

D.8.2.6 Critères d'acceptation

L'appréciation des performances est basée sur la limite d'échauffement de la borne et la variation de température (facteur de stabilité) au cours de l'essai.

Le facteur de stabilité, *Sf*, pour chacun des 11 mesurages de température, doit être déterminé comme suit:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

– calculer l'écart de température *d* pour chacun des 11 mesurages de température en soustrayant la température du conducteur de référence associé de la température de la borne;

– calculer l'écart de température moyen *D* à partir des 11 valeurs *d*;

– calculer *S*f = *d* − *D* pour chaque valeur *d*.

Voir l'exemple de calcul du facteur de stabilité dans le Tableau D.5.

NOTE La valeur *d* est positive si la température de la borne est supérieure à celle du conducteur de référence, et négative si la température de la borne est inférieure à celle du conducteur de référence.

Pour chaque borne:

– l'échauffement ne doit pas dépasser 125 K; et

– le facteur de stabilité *S*f ne doit pas dépasser ± 10 K.

S'agissant d'un essai de vieillissement accéléré, l'isolation peut être endommagée en raison des températures élevées, mais cela n'est pas considéré comme un échec à cet essai.

D.8.3 Propriétés mécaniques des bornes

D.8.3.1 Essai de flexion

Le paragraphe 8.2.4.3 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 est applicable avec la modification suivante:

Les valeurs d'essai doivent être conformes au Tableau D.6.

D.8.3.2 Essai de traction

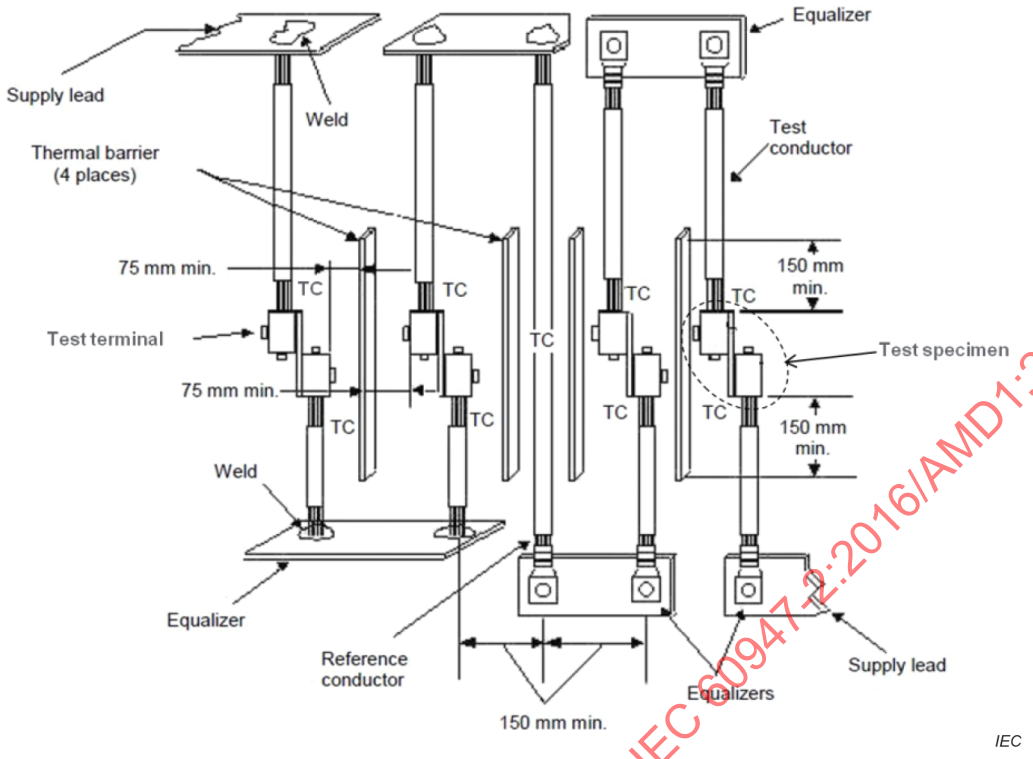
Le paragraphe 8.2.4.4 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 est applicable avec la modification suivante:

Les valeurs d'essai doivent être conformes au Tableau D.6.

D.8.4 Essai d'insertion de conducteurs ronds en aluminium et non préparés de section maximale

Le paragraphe 8.2.4.5 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 est applicable. Le Tableau 7 de l'IEC 60947-1:2007 est applicable, à l'exception de la colonne dédiée aux conducteurs à âme souple.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



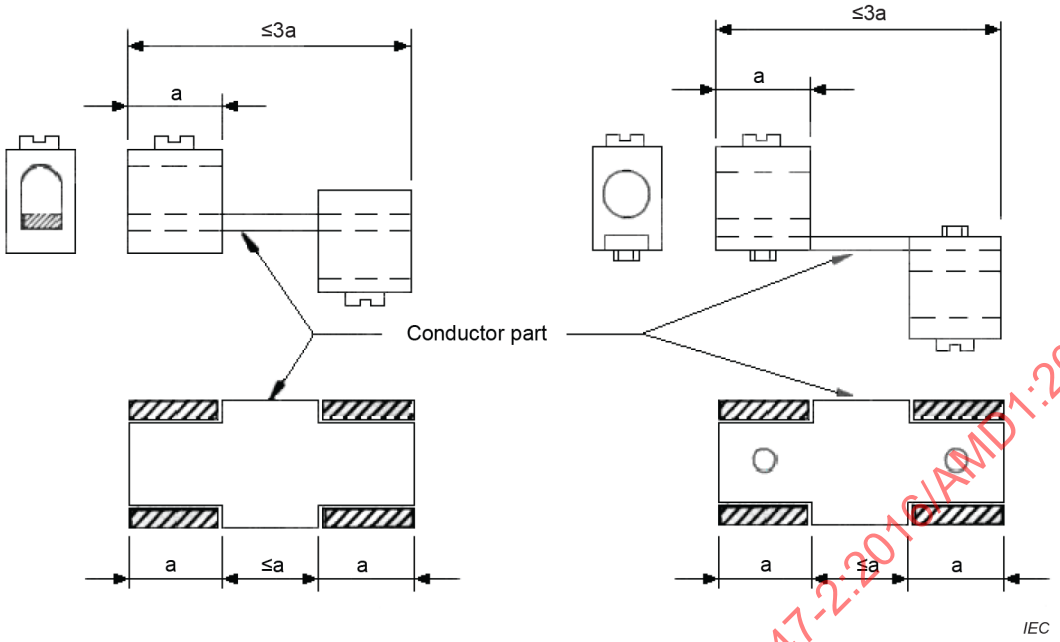
Anglais	Français
Supply lead	Conducteur d'alimentation
Thermal barrier (4 places)	Barrière thermique (4 éléments)
75 mm min.	75 mm min.
Test terminal	Borne éprouvette
Weld	Soudure
Equalizer	Egaliseur
Reference conductor	Conducteur de référence
150 mm min.	150 mm min.
Equalizers	Egaliseurs
Test specimen	Eprouvette
Test conductor	Conducteur d'essai
TC	TC

Légende

TC thermocouple

Figure D.1 – Disposition d'essai générale

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Anglais	Français
Conductor part	Partie conductrice

Figure D.2 – Montage des bornes pour l'essai de cycle de courant

Tableau D.2 – Longueur de conducteur pour l'essai de cycle de courant en fonction de la section du conducteur

Section de conducteur		Longueur de conducteur minimale
mm^2	Valeur AWG/kcmil	mm
0 à 10	30 à 8	200
16 à 25	6 à 3	300
35 à 240	2 à 500	460
Supérieure à 240	Supérieure à 500	660

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau D.3 – Dimensions de l'égaliseur

Plage de courant d'essai A		Dimensions maximales[a] (épaisseur x largeur)			
		Cuivre		Aluminium	
>	≤	mm	pouces	mm	pouces
0	50	3,2 × 12,7	1/8 × 1/2	3,2 × 12,7	1/8 × 1/2
50	125	3,2 × 25	1/8 × 1	3,2 × 32	1/8 × 1-1/4
125	225	3,2 × 48	1/8 × 1-7/8	3,2 × 57	1/8 × 2-1/4
225	400	6,4 × 38	1/4 × 1-1/2	6,4 × 50	1/4 × 2
400	600	6,4 × 50	1/4 × 2	6,4 × 76	1/4 × 3
600	800	6,4 × 76	1/4 × 3	6,4 × 102	1/4 × 4
800	1 000	6,4 × 102	1/4 × 4	9,5 × 89	3/8 × 3-1/2
1 000	1 400	12,7 × 76	1/2 × 3	12,7 × 89	1/2 × 3-1/2
1 400	2 000	12,7 × 102	1/2 × 4	12,7 × 127	1/2 × 5

[a] L'équivalence entre mm et pouces est uniquement approximative; il est admis que l'égaliseur satisfasse aux colonnes en millimètres ou en pouces. D'autres dimensions peuvent être utilisées sous réserve que la densité de courant pour la limite supérieure du courant d'essai (2ème colonne) soit supérieure à 1,16 A/mm^2 (750 A/in^2) pour un égaliseur en aluminium, ou supérieure à 1,55 A/mm^2 (1 000 A/in^2) pour un égaliseur en cuivre.

Tableau D.4 – Courant d'essai de départ pour l'essai de cycle de courant

Section du ou des câbles			Courant d'essai	Durée à l'état passant et durée d'arrêt
Nombre	mm^2	Valeur AWG/kcmil	A	heures
1	4	12	33	1
1	6	10	45	1
1	10	8	60	1
1	16	6	85	1
1	25	4	110	1
1	35	2	150	1
1	50	0	200	1
1	70	00	230	1
1	95	000	270	1
1	120	250 kcmil	350	1,5
1	150	300 kcmil	390	1,5
1	185	350 kcmil	435	1,5
1	240	500 kcmil	540	2
2	120	250 kcmil	460	-
2	150	300 kcmil	510	-
2	240	500 kcmil	707	-
2	300	600 kcmil	907	-
3	240	500 kcmil	1 060	-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau D.5 – Exemple de calcul du facteur de stabilité

Mesurage de température	Nombre de cycles	Températures		Ecart de température d = a) – b)	Facteur de stabilité $S_f = d - D$ [a]
		a) De la borne[b]	b) Du conducteur de référence		
		°C	°C	K	K
1	25	79	78	1	0,18
2	50	80	77	3	2,18
3	75	78	78	0	-0,82
4	100	76	77	-1	-1,82
5	125	77	77	0	-0,82
6	175	78	77	1	0,18
7	225	79	76	3	2,18
8	275	78	76	2	1,18
9	350	77	78	-1	-1,82
10	425	77	79	-2	-2,82
11	500	81	78	3	2,18

[a] Ecart de température moyen $D = \frac{\sum d}{\text{nombre de mesurages}} = \frac{9}{11} = 0,82$.

[b] L'exemple concerne une borne pour câble présentant une température maximale de 75 °C.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau D.6 – Valeurs d'essai pour l'essai de flexion et l'essai de traction des câbles

Section de conducteur		Diamètre du trou du manchon[a, b]	Hauteur H[a]	Masse	Force de traction
mm^2	Valeur AWG/kcmil	mm	mm	kg	N
4	12	9,5	280	0,7	44
6	10	9,5	280	0,7	44
10	8	9,5	280	1,4	44
16	6	12,7	300	4	124
25	4	12,7	300	4,5	160
-	3	14,3	320	5,9	187
35	2	14,3	320	6,8	222
-	1	15,8	343	8,6	271
50	0	15,8	343	9,5	320
70	00	19,1	368	10,4	347
95	000	19,1	368	13,6	432
-	0000	19,1	368	13,6	516
120	250 kcmil	22,2	406	13,6	516
150	300 kcmil	22,2	406	15,4	516
185	350 kcmil	25,4	432	17,2	574
-	400 kcmil	25,4	432	17,2	574
240	500 kcmil	28,6	464	20,4	685
300	600 kcmil	28,6	464	20,4	685

NOTE Le Tableau D.6 est basé sur le document UL 486E.

[a] La tolérance pour la hauteur *H* est de ± 15 mm, la tolérance pour le diamètre du trou du manchon est de ± 2 mm.

[b] Si le diamètre du trou du manchon n'est pas suffisant pour accueillir le conducteur sans retenue, un manchon dont la taille du trou est immédiatement supérieure peut être utilisé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau D.7 – Câbles d'essai en aluminium pour des courants d'essai pouvant atteindre 800 A[a,d]

Plage de courants d'essai A		Section de câble		
>	≤	Nombre	mm²	Valeur AWG/kcmil
0	8	1	[c]	[c]
8	12	1	[c]	[c]
12	15	1	4[b]	12[b]
15	20	1	4[b]	12[b]
20	25	1	6[b]	10[b]
25	32	1	10	8
32	50	1	16	6
50	65	1	25	4
65	85	1	35	2
85	100	1	50	0
100	115	1	50	0
115	130	1	70	00
130	150	1	95	000
150	175	1	120	250 kcmil
175	200	1	150	300 kcmil
200	225	1	150	300 kcmil
225	250	1	185	350 kcmil
250	275	1	240	500 kcmil
275	300	2	120	250 kcmil
300	350	2	120	250 kcmil
350	400	2	150	300 kcmil
400	500	2	240	500 kcmil
500	630	2	300	600 kcmil
630	800	3	240	500 kcmil

[a] Voir 8.3.3.3.4 de l'IEC 60947-1:2007.

[b] Les règlementations nationales peuvent exiger des sections plus élevées. Les câbles en aluminium de section inférieure à 10 mm² ne sont pas recommandés conformément à l'IEC 60364-5-52.

[c] Les câbles en aluminium de section inférieure à 4 mm² ne sont pas recommandés.

[d] Les câbles d'essai pour les courants supérieurs à 800 A sont à l'étude.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Tableau D.8 – Barres d'essai en aluminium pour des courants d'essai supérieurs à 400 A[g] et pouvant atteindre 3 150 A[a, f]

Plage de courant d'essai A		Barres en aluminium [b c d]	
>	≤	Nombre	Dimensions (mm)
400	500	2	25 × 10
500	630	2	30 × 12
630	800	2	40 × 10
800	1 000	2	50 × 10
1 000	1 250	2	80 × 10
1 250	1 600	2	100 × 10
1 600	2 000	3	100 × 10
2 000	2 500	4	100 × 10
2 500	3 150	4	150 × 10[e]

[a] Voir 8.3.3.3.4 de l'IEC 60947-1:2007.

[b] Pour une plus grande praticité lors des essais, et sous réserve d'accord du fabricant, des conducteurs de dimensions inférieures à celles données pour un courant d'essai indiqué peuvent être utilisés.

[c] Les barres sont par hypothèse disposées avec leur côté long dans le sens vertical. Les dispositions avec le côté long dans le sens horizontal peuvent être utilisées, si le fabricant le spécifie.

[d] Lorsque quatre barres sont utilisées, elles doivent être réparties en deux ensembles de deux barres, sans dépasser un écartement de 100 mm entre le centre de chaque paire.

[e] Les dimensions données sont uniquement des recommandations. Des dimensions différentes peuvent être utilisées sous réserve d'accord entre le fabricant et l'utilisateur.

[f] Pour les courants assignés supérieurs à 3 150 A, un accord doit être passé entre le fabricant et l'utilisateur concernant tous les points pertinents de l'essai, tels que: type d'alimentation, nombre de phases et fréquence (le cas échéant), section des connexions d'essai, etc. Ces informations doivent faire partie intégrante du rapport d'essai.

[g] Des barres en aluminium pour des courants d'essai inférieurs ou égaux à 400 A sont à l'étude.

Annexe F (normative) – Essais supplémentaires pour les disjoncteurs à protection électronique contre les surintensités

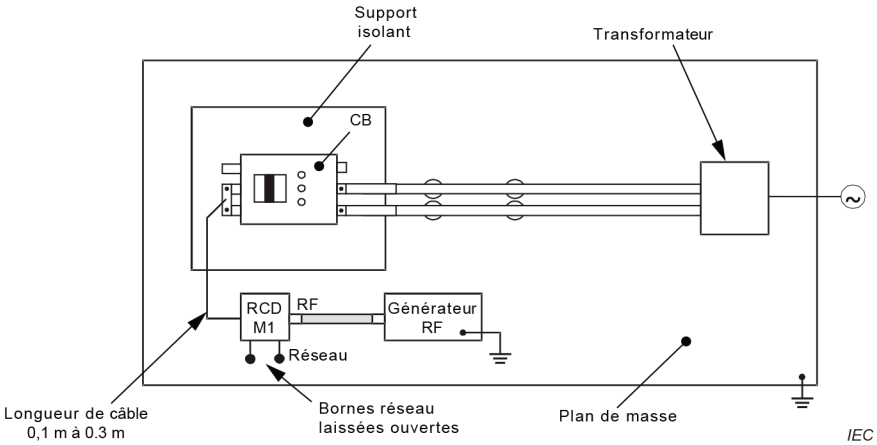
F.7.1 Mode opératoire d'essai

Remplacer, dans le deuxième alinéa existant, "voir 5.2 e)" *par* "voir Tableau 13, point 3.11".

Figure F.21 – Disposition des raccordements pour la vérification de l'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques – Configuration de deux pôles de phase en série

Remplacer la figure existante, sans modifier le texte et la légende, par la nouvelle figure suivante:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



Annexe H (normative) – Séquence d'essai pour les disjoncteurs pour réseaux IT

H.2 Court-circuit sur un pôle séparément

Ajouter, après le dernier alinéa existant, le nouvel alinéa suivant:

Si le disjoncteur est fourni avec un déclencheur à retard de courte durée ainsi qu'avec un déclencheur instantané, le déclencheur instantané peut fonctionner avant le déclencheur à retard de courte durée, selon le réglage et les tolérances.

H.5 Marquage

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

Le paragraphe 5.2 est applicable avec l'ajout suivant:

Les disjoncteurs pour lesquels toutes les valeurs de tension assignée ne sont pas couvertes par les essais selon la présente annexe doivent être marqués conformément au Tableau H.1.

Tableau H.1 – Informations sur le matériel

Elément	Information	Emplacement du marquage
H2.1	tension(s) assignée(s) inappropriée(s) pour les réseaux IT, comme suit: suivant immédiatement chaque tension assignée correspondante, par exemple 690 V IT (IEC 60417-6363:2016-07) ou suivant immédiatement le groupe de tensions assignées, par exemple 415 V 500 V 690 V } IT (IEC 60417-6363:2016-07)	Marqué
Légende Marqué: marqué sur le matériel		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Annexe J (normative) – Compatibilité électromagnétique (CEM) – Exigences et méthodes d'essai pour les disjoncteurs

J.1 Généralités

*Remplacer, dans les Notes 1 et 3 existantes, "*CISPR 22*" par* "CISPR 32".

J.2.1 Généralités

Ajouter à la fin du deuxième alinéa existant la nouvelle phrase suivante:

Les niveaux d'immunité spécifiés dans ce tableau peuvent être plus élevés que ceux exigés par le Tableau 23 de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, afin d'assurer une fiabilité accrue des fonctions de protection du disjoncteur.

Tableau J.1 – CEM – Essais d'immunité

Remplacer le Tableau J.1 existant par le nouveau Tableau J.1 suivant:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Description	Norme de référence	Niveau d'essai	Critère de comportement	Montage
Décharges électrostatiques	IEC 61000-4-2	6 kV au contact 8 kV dans l'air	B	Enveloppe Figure J.1
Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	IEC 61000-4-3	80 MHz à 1 GHz: 10 V/m 1,4 GHz à 6 GHz: 3 V/m	A	Air libre [c]
Transitoires électriques rapides en salves [k]	IEC 61000-4-4	Accès de puissance: U_e ≥ 100 V courant alternatif / courant continu: 4 kV 5 kHz ou 100 kHz U_e < 100 V courant alternatif / courant continu [f]: 2 kV 5 kHz ou 100 kHz Accès par les bornes de signaux [g]: 2 kV 5 kHz ou 100 kHz	B	Enveloppe Figure J.1
Ondes de choc	IEC 61000-4-5	Accès de puissance, U_e ≥ 100 V courant alternatif: 4 kV phase-terre 2 kV entre phases:(Annexe F et Annexe N) 4 kV entre phases (Annexe B et Annexe M) [e] Accès de puissance, U_e < 100 V courant alternatif: 2 kV phase-terre 1 kV entre phases Accès de puissance, courant continu [f]: 1 kV phase-terre 0,5 kV entre phases Accès par les bornes de signaux [h, j]: 2 kV phase-terre 1 kV entre phases	B	Enveloppe Figure J.1
Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	Accès de puissance, courant alternatif / courant continu: 10 V (150 kHz – 80 MHz) Accès par les bornes de signaux [g]: 10 V (150 kHz – 80 MHz)	A	Air libre [c]
Champs magnétiques à la fréquence industrielle	Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non applicable
Creux de tension et coupures brèves	IEC 61000-4-11 [d]	[d]	[d]	Air libre
Harmoniques	IEC 61000-4-13 [b]	[b]	[b]	Air libre
Creux de courant	[b]	[b]	[b]	Air libre

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

[a] Disponible.

[b] Un mode opératoire d'essai spécifique est défini pour le cas des appareils électroniques de protection contre les surintensités dans l'Annexe F, en l'absence d'une norme fondamentale appropriée.

[c] A moins que le disjoncteur ne soit destiné à être utilisé uniquement dans une enveloppe séparée spécifiée, auquel cas il doit être soumis à essai dans cette enveloppe. Les éléments détaillés, notamment les dimensions de l'enveloppe, doivent être indiqués dans le rapport d'essai. L'enveloppe doit être reliée au plan de masse conformément aux instructions du fabricant.

[d] Un mode opératoire d'essai et un critère de comportement spécifiques sont définis à l'Annexe B dans le cas des DPR fonctionnellement dépendants de la tension d'alimentation et à l'Annexe M dans le cas des MRCD fonctionnellement dépendants d'une source de tension, en l'absence d'une norme fondamentale appropriée. Ces essais ne s'appliquent pas aux disjoncteurs à protection électronique contre les surintensités de l'Annexe F (voir F.1), mais sont remplacés par des essais pour les creux de courant et les interruptions (voir F.4.7).

[e] Le niveau d'immunité est plus élevé pour les appareils à courant différentiel résiduel parce qu'ils assurent des fonctions de sécurité.

[f] Non applicable aux accès d'entrée destinés à être raccordés à des piles ou des batteries rechargeables qu'il faut retirer ou débrancher de l'appareillage pour pouvoir être rechargées. Les appareillages munis d'une entrée de puissance pour courant continu destinés à être utilisés avec un adaptateur d'alimentation courant alternatif – courant continu doivent être soumis à essai sur l'entrée de puissance en courant alternatif de l'adaptateur d'alimentation courant alternatif – courant continu spécifié par le fabricant ou d'un adaptateur correspondant typique, lorsque le fabricant n'en spécifie aucun. L'essai ne s'applique pas aux accès d'entrée de puissance pour courant continu destinés à être connectés en permanence à des câbles de moins de 3 m de longueur.

[g] Applicable uniquement aux accès destinés à des câbles dont la longueur totale, selon les spécifications fonctionnelles du fabricant, peut dépasser 3 m.

[h] Applicable uniquement aux accès destinés à des câbles dont la longueur totale, selon les spécifications fonctionnelles du fabricant, peut dépasser 10 m. Lorsque des câbles blindés sont utilisés, cet essai s'applique uniquement au blindage.

[j] Les lignes de signaux directement raccordées à des accès en courant alternatif doivent être considérées comme des accès de puissance en courant alternatif.

[k] La fréquence de répétition (5 kHz ou 100 kHz) doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et la station d'essai, et doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Tableau J.2 – Données de référence pour les spécifications d'essai d'immunité

Remplacer, dans la troisième colonne du tableau, la référence "B.8.12.1.2" *de la première ligne par* "B.8.13.1.2", *la référence* "B.8.12.1.3" *de la cinquième ligne par* "B.8.13.1.3", *la référence* "B.8.12.1.4" *de la neuvième ligne par* "B.8.13.1.4", *la référence* "B.8.12.1.5" *de la treizième ligne par* "B.8.13.1.5" *et la référence* "B.8.12.1.6" *de la dix-septième ligne par* "B.8.13.1.6".

Tableau J.3 – CEM – Essais d'émission

*Remplacer, dans les troisième et quatrième rangées existantes, dans la deuxième colonne, "*CISPR 22*" par "*CISPR 32".

Remplacer, dans les troisième et quatrième rangées existantes, dans la deuxième colonne, "CISPR 11" *par* "CISPR 11[f]".

Remplacer, dans la note de bas de page existante [b], "CISPR 22" *par* "CISPR 32" *(2 occurrences).*

Insérer la nouvelle note de bas de page suivante [f] *suivante:*

[f] Une description de l'essai, de la méthode d'essai et de l'installation d'essai est donnée à l'Article 7 de la CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016.

J.3.2 Perturbations conduites aux fréquences radioélectriques (150 kHz à 30 MHz)

Remplacer, dans la première phrase existante, "CISPR 22" *par* "CISPR 32".

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Figure J.2 – Installation d'essai pour le mesurage des émissions rayonnées aux fréquences radioélectriques

Dans la note de bas de page existante [a], *remplacer* "CISPR 22" *par* "CISPR 32".

Annexe K (informative) – Glossaire des symboles et représentation graphique des caractéristiques

*Remplacer, dans la première colonne, "*MRCD de type B*" par "*DPR et MRCD de type B".

Remplacer, dans la même rangée, le symbole existant par les symboles suivants:

Remplacer, dans la même rangée, troisième colonne, le texte existant par le nouveau texte suivant: "IEC 60417-6149:2012-01 + IEC 60417-6160:2012-04 + IEC 60417-6297:2014-11 ou IEC 60417-6398:2017-12".

Ajouter, dans la même rangée, quatrième colonne, la nouvelle référence suivante: "B.4.4.3".

Remplacer, dans la rangée "Non adapté pour des schémas de liaison à la terre de type IT*", le symbole existant par le symbole suivant:*

Ajouter, dans la même rangée, la nouvelle référence suivante dans la troisième colonne: "IEC 60417-6363:2016-07".

*Supprimer la rangée existante "*Courant différentiel résiduel de fonctionnement*"*.

Supprimer la rangée existante "DPR ou MRCD temporisé au temps limite de non-réponse de 0,06 s".

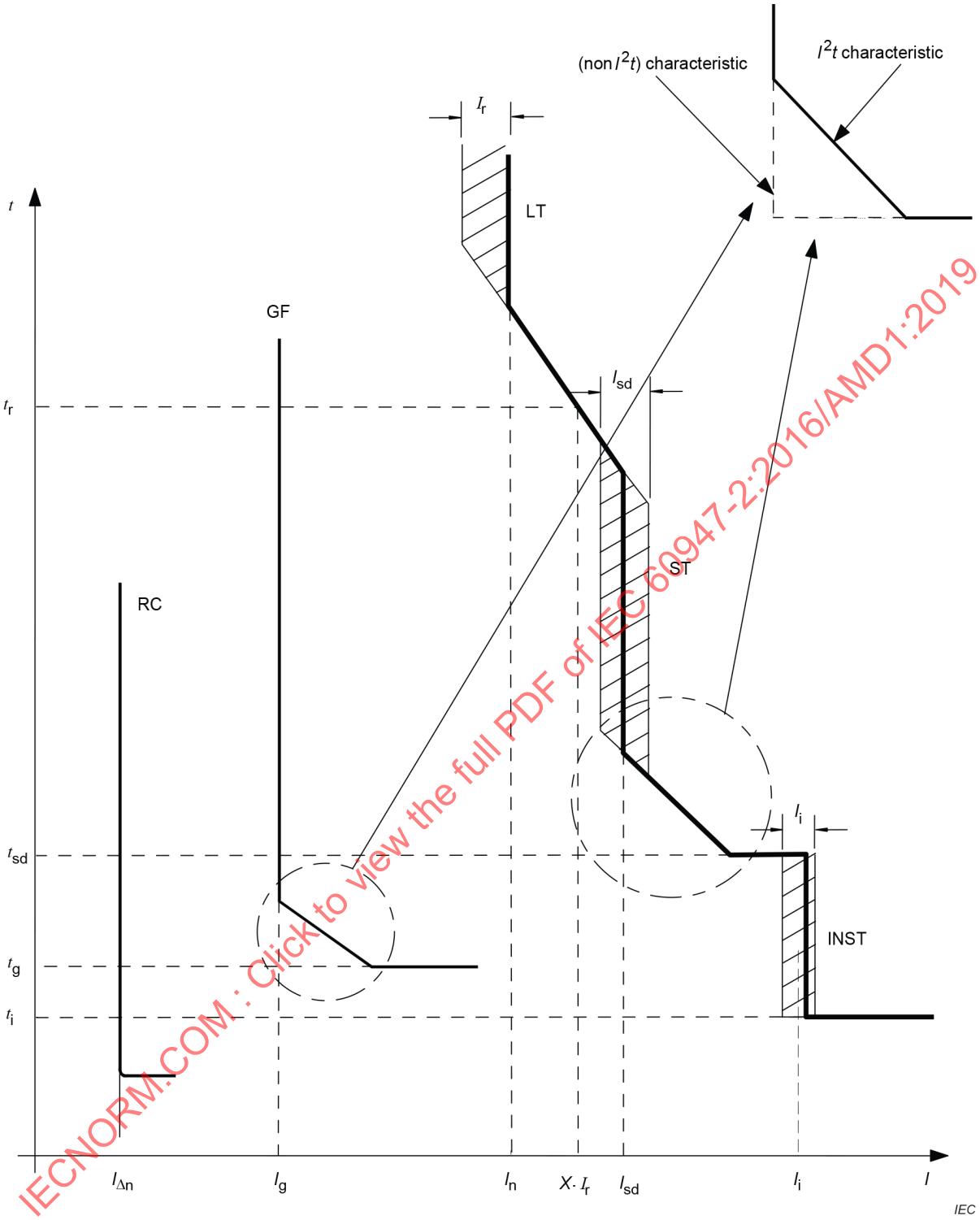
*Remplacer, dans la rangée "*DPR pour utilisation avec une alimentation triphasée seulement*", le symbole existant par le nouveau symbole suivant*:

Ajouter, dans la même rangée, dans la troisième colonne la nouvelle référence suivante: "IEC 60417-6364:2016-07".

Figure K.1 – Relation entre les symboles et les caractéristiques de déclenchement

Remplacer la figure existante par la nouvelle figure suivante:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Anglais	Français
(non I^2t) characteristic	Caractéristique (non I^2t)
I^2t characteristic	Caractéristique I^2t

Annexe L (normative) – Disjoncteurs ne satisfaisant pas aux exigences concernant la protection contre les surintensités

L.5 Informations sur le matériel

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le texte suivant:

Le paragraphe 5.2 est applicable, selon le cas, avec les modifications et les ajouts indiqués dans le Tableau L.1.

Tableau L.1 – Informations sur le matériel

Elément	Information	Emplacement du marquage
L1.1	Aptitude au sectionnement, s'il y a lieu, avec le symbole (IEC 60617-S00288:2001-07) (ce symbole se substitue à celui utilisé dans le Tableau 13, point 1.2)	Visible
L1.2	Classification, avec le marquage ou , suivant le cas, où I_i est le courant assigné instantané de réglage de court-circuit (voir 2.20)	Visible
L3.1	Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{cc}) et, si spécifié, appareil de protection contre les surintensités (DPS)	Documentation
L3.2	Déclaration selon laquelle les CBI n'assurent pas de protection contre les surintensités	Documentation
Légende Visible: visible depuis le devant lorsque le disjoncteur est installé en configuration de service et que l'organe de commande est accessible Documentation: spécifié dans la documentation du fabricant		

Annexe M (normative) – Appareils modulaires à courant différentiel résiduel (MRCD) (non intégrés à un appareil de coupure de courant)

Remplacer l'annexe existante par la nouvelle suivante:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

Annexe M
(normative)

Appareils modulaires à courant différentiel résiduel (MRCD) (non intégrés à un appareil de coupure de courant)

M.1 Généralités

M.1.1 Préambule

Pour assurer la protection contre les dangers occasionnés par les chocs électriques, des appareils agissant sous l'effet des courants différentiels résiduels sont utilisés comme mesure de protection. Les appareils à courant différentiel résiduel, lorsque les organes de détection du courant et l'appareil de traitement sont montés ensemble avec le disjoncteur, sont couverts par l'Annexe B.

Les dispositions de l'Annexe B sont applicables à la présente annexe en adaptant, en amendant ou en complétant l'Annexe B, selon les besoins pour couvrir son application aux matériels dont l'organe de détection du courant et/ou l'appareil de traitement sont montés séparément de l'appareil de coupure de courant.

Dans la présente annexe, le terme "DPR" utilisé dans l'Annexe B (voir B.2.3.1) est remplacé par le terme "MRCD" (voir M.2.2.1).

Lorsque cela est approprié, référence est faite au paragraphe correspondant de l'Annexe B. Dans les autres cas, référence est faite au paragraphe approprié de la partie principale du présent document ou, s'il y a lieu, de l'IEC 60947-1.

Comme le matériel couvert par la présente annexe ne concerne pas un appareil de coupure de courant, certaines locutions conventionnelles utilisées dans l'Annexe B ont été adaptées en conséquence dans la présente annexe, par exemple "position fermée" est remplacé par "condition prête", signifiant "prêt à fonctionner".

M.1.2 Domaine d'application et objet

La présente annexe est applicable aux appareils à courant différentiel résiduel qui n'intègrent pas un appareil de coupure de courant; ceux-ci sont désignés ci-après "appareils modulaires à courant différentiel résiduel (MRCD, Modular Residual Current Device)". Ils sont principalement destinés à être utilisés en association avec des disjoncteurs conformes au présent document.

Ils peuvent être ou non fonctionnellement dépendants d'une source de tension.

L'objet de la présente annexe est d'établir les exigences spécifiques auxquelles doivent satisfaire les MRCD, en association avec le ou les appareils de coupure de courant spécifiés.

M.2 Termes et définitions

Les termes et définitions de l'Annexe B sont applicables.

Les termes et définitions complémentaires suivants sont applicables à la présente annexe.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

M.2.1 Termes et définitions relatifs à l'alimentation d'un MRCD

M.2.1.1
source de tension
source destinée à fournir l'alimentation qui peut être:

– la tension d'alimentation;

– une tension autre que la tension d'alimentation

M.2.2 Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions d'un MRCD

M.2.2.1
appareil modulaire à courant différentiel résiduel
MRCD
appareil ou association d'appareils comprenant un organe de détection du courant et un appareil de traitement, conçu pour détecter et apprécier le courant différentiel résiduel et pour commander l'ouverture des contacts d'un appareil de coupure de courant

Note 1 à l'article: L'abréviation "MRCD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "modular residual current device".

M.2.2.2 Termes et définitions relatifs au temps

M.2.2.2.1
temps de fonctionnement d'un MRCD
temps qui s'écoule entre l'instant où le courant différentiel résiduel de fonctionnement est appliqué subitement et l'instant où la sortie du MRCD change d'état

M.2.2.2.2
temps combiné
temps qui s'écoule entre l'instant où le courant différentiel résiduel de fonctionnement est appliqué subitement et l'instant d'extinction de l'arc de l'appareil de coupure de courant associé

M.2.2.2.3
temps limite de non-fonctionnement
temps maximal pendant lequel une valeur du courant différentiel résiduel supérieure à la valeur du courant assigné différentiel résiduel de non-fonctionnement peut être appliquée au MRCD, sans l'amener au point de fonctionnement.

M.2.3
courant différentiel résiduel de court-circuit conditionnel
courant différentiel résiduel présumé auquel un MRCD protégé par un appareil de protection contre les courts-circuits spécifié peut résister de manière satisfaisante pendant le temps total de fonctionnement de cet appareil dans des conditions spécifiées

M.2.4
courant différentiel résiduel de courte durée admissible
courant différentiel résiduel qu'un MRCD en position de fermeture peut véhiculer pendant une courte durée spécifiée dans des conditions spécifiées

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-2:2016/AMD1:2019