

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Solid-state relays – Safety requirements

Relais statiques – Exigences de sécurité

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62314:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 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 Secretariat
3, rue de Varembe
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Solid-state relays – Safety requirements

Relais statiques – Exigences de sécurité

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.70

ISBN 978-2-8322-1245-5

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

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	10
3.1 Terms and definitions related to relays	10
3.2 Terms and definitions related to insulation coordination (see Clause 11)	14
4 Characteristics of solid-state relays	16
5 Rated values	17
5.1 Rated and limiting values for output circuits and for insulation coordination	17
5.2 Load category	17
5.3 Rated and limiting values for control circuits	18
5.4 Overload current profile	19
5.5 Normal service, transport and storage conditions	19
5.5.1 Ambient temperature	19
5.5.2 Atmospheric conditions	19
5.6 Normal mounting conditions	19
6 Provisions for test	19
6.1 Type test	19
6.2 Routine test	20
7 Documentation and marking	21
7.1 Data	21
7.2 Instructions for installation, operation and maintenance	22
7.3 Marking	22
8 Temperature-rise	22
8.1 General	22
8.2 Test conditions	23
9 Basic operating function	23
9.1 OFF-state leakage current measurement	23
9.2 ON-state voltage drop measurement	23
10 Electrical endurance	23
10.1 Overload test	23
10.1.1 General	23
10.1.2 Overload capability test procedure	25
10.2 Endurance test	25
10.3 Verification	25
11 Clearances and creepage distances	27
11.1 General	27
11.2 Basis for insulation coordination	27
11.2.1 Basic principles	27
11.2.2 Rated impulse withstand voltage	27
11.2.3 Insulating materials	27
11.3 Requirements and dimensioning rules	28
11.3.1 Dimensioning of clearances	28
11.3.2 Dimensioning of creepage distances	29
11.3.3 Requirements for solid insulating materials	31
11.4 Tests and measurements	31

11.4.1	Tests	31
11.4.2	Measurement of creepage distances and clearances	31
11.4.3	Electrical tests for solid insulation	31
11.5	Alternative test methods	32
12	Terminations	32
12.1	Quick-connect terminations	32
12.1.1	Purpose	32
12.1.2	Recommended values	33
12.1.3	Requirements	33
12.2	Screw-type and screwless-type clamping-units	34
12.3	Solder terminals – Resistance to soldering heat	34
12.3.1	General	34
12.3.2	Solder pins	34
12.3.3	Terminals for surface mounting (SMD)	35
12.3.4	Other solder terminations (e.g. soldering lugs)	35
12.4	Sockets	35
13	Heat and fire resistance	35
13.1	Materials	35
13.2	Glow-wire test	36
13.3	Ball pressure test	36
14	Electromagnetic compatibility (EMC)	37
14.1	General	37
14.2	Immunity	37
14.3	Emission	37
Annex A	(normative) Test for solid-state relays intended for self ballasted lamp loads	38
Annex B	(informative) Risk assessment	41
B.1	General	41
B.2	Risk assessment procedure	41
B.3	Achieving tolerable risk	42
B.4	An application of risk assessment procedures (proposal for the user)	44
Annex C	(normative) Pollution degree	46
Annex D	(normative) Rated impulse withstand voltages	47
Annex E	(normative) Tests for EMC	48
E.1	General	48
E.2	EMC immunity	48
E.2.1	General	48
E.2.2	Electrostatic discharges	49
E.2.3	Radiated radio-frequency electromagnetic fields	49
E.2.4	Electrical fast transients/bursts	49
E.2.5	Surges	49
E.2.6	Conducted disturbances induced by radio-frequency fields	49
E.2.7	Immunity to power-frequency magnetic fields	49
E.2.8	Voltage dips and voltage interruptions	49
E.2.9	Summary of immunity test conditions	49
E.3	EMC radiated and conducted emission	52
E.3.1	General	52
E.3.2	Conducted radio-frequency emission tests	52
E.3.3	Radiated radio-frequency emission tests	52

Bibliography.....	53
Figure A.1 – Circuit diagram for testing solid-state relay	38
Figure B.1 – Iterative process of risk assessment and risk reduction.....	41
Figure B.2 – Risk reduction.....	43
Table 1 – Load categories.....	18
Table 2 – Type testing	20
Table 3 – Routine tests	21
Table 4 – Required data	21
Table 5 – Minimum requirements for overload capability test conditions.....	24
Table 6 – Endurance test	26
Table 7 – Minimum clearance	29
Table 8 – Minimum creepage distances for solid-state relays.....	30
Table 9 – Preconditioning	32
Table 10 – Cross-sectional areas for conductors depending on the resistive current carried by the terminal	34
Table 11 – Test conditions for test Tb	35
Table A.1 – Values for I_{peak} and I^2t depending on the type of distribution system	39
Table A.2 – Calculated circuit parameters	39
Table A.3 – Number of operations for endurance test	40
Table B.1 – Examples for the relation between failure mode, effects and hazard	44
Table B.2 – Severity of harm.....	44
Table B.3 – Probability of harm.....	45
Table B.4 – Risk category	45
Table D.1 – Rated impulse withstand voltages (waveform: 1,2/50 µs) for solid-state relays connected directly to the mains	47
Table E.1 – Selection criteria for environmental conditions	48
Table E.2 – Specific performance criteria when electro-magnetic disturbances are present	49
Table E.3 – Immunity tests for industrial environments	50
Table E.4 – Immunity tests for residential, commercial and light-industrial environments	51
Table E.5 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission (for control supply input)	52
Table E.6 – Radiated emission test limits.....	52

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SOLID-STATE RELAYS – SAFETY REQUIREMENTS**FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 62314 has been prepared by IEC technical committee 94: All-or-nothing electrical relays. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2006. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) addition of load categories for DC load;
- b) addition of load category for self-ballasted lamp load;
- c) addition of "sockets" terminal;
- d) update of references;
- e) introduction of the requirement of EMC;
- f) restructuring of the whole document.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
94/670/FDIS	94/701/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62314:2022

SOLID-STATE RELAYS – SAFETY REQUIREMENTS

1 Scope

This document applies to particular all-or-nothing electrical relays denominated solid-state relays intended for performing electrical operations by single step function changes to the state of electric circuits between the OFF-state and the ON-state and vice versa.

This document deals with solid-state relays which are intended for incorporation in other products or equipment. As such, solid-state relays are considered to be components and this document defines the basic safety-related and functional requirements for solid-state relays as stand-alone components.

Such solid-state relays are incorporated in products or equipment which themselves comply with the relevant product and/or application standard(s) to meet their intended application.

NOTE The following are examples of such applications:

- general industrial equipment;
- electrical facilities;
- electrical machines;
- electrical appliances;
- office communications;
- building automation and environmental control;
- automation and process control;
- electrical installation engineering;
- medical engineering;
- telecommunications;
- vehicle engineering;
- transportation engineering;
- lighting control.

Solid state relay as apparatus:

Where the solid-state relay is specified as apparatus with a function to the end-user, requirements on EMC are given in this document.

Solid state relay as component:

There are no EMC requirements for solid-state relays intended for incorporation into the equipment by the equipment manufacturer, because the performance strongly depends on the application into the equipment.

The object of this document is to state:

- the characteristics of solid-state relays
- the requirements which apply to solid-state relays with reference to
 - a) electrical safety;
 - b) their operation and behaviour;
 - c) their dielectric properties;
 - d) EMC;

- the tests verifying that the requirements have been met, and the test methods to be adopted;
- the information to be given with the solid-state relay or in the product documentation.

Solid-state switching devices with monolithic structures fall within the scope of IEC sub-committee 47E and are not covered in this document.

Semiconductor controllers and contactors fall within the scope of the IEC 60947 series of standards – low-voltage switchgear and controlgear – developed by IEC subcommittee 121A and are not covered in this document.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60038:2009, *IEC standard voltages*

IEC 60050-444:2002, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 444: Elementary relays* (available at www.electropedia.org)

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

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

IEC 60068-2-20:2021, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test Ta and Tb: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-78:2012, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60112:2020, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60664-1:2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60664-3:2016, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60669-1:2017, *Switches for household and similar fixed-electrical installations – Part 1: General requirements*

IEC 60695-2-11:2021, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

IEC 60695-2-12:2021, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials*

IEC 60695-10-2:2014, *Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test method*

IEC 60747-5-5:2020, *Semiconductor devices – Part 5-5: Optoelectronic devices – Photocouplers*

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*

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

IEC 61000-4-3:2020, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

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

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*
IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017

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

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:2020, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current up to 16 A per phase*

IEC 61000-4-34:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-34: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current more than 16 A per phase*
IEC 61000-4-34:2005/AMD1:2009

IEC 61180:2016, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Definitions, test and procedure requirements, test equipment*

IEC 61210:2010, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

IEC 61760-1:2020, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)*

IEC 61810-1:2015, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General and safety requirements*
IEC 61810-1:2015/AMD1:2019

IEC 61984:2008, *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 62368-1:2018, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*

IEC TS 62993:2017, *Guidance for determination of clearances, creepage distances and requirements for solid insulation for equipment with a rated voltage above 1 000 V AC and 1 500 V DC, and up to 2 000 V AC and 3 000 V DC*

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
 CISPR 11:2015/AMD1:2016
 CISPR 11:2015/AMD2:2019

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

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-444 and the following apply.

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

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

3.1 Terms and definitions related to relays

3.1.1

electrical relay

device designed to produce sudden and predetermined changes in one or more output circuits when certain conditions are fulfilled in the electric input circuits controlling the device

[SOURCE: IEC 60050-444:2002, 444-01-01]

3.1.2

solid-state relay

electrical relay in which the intended response is produced by electronic, magnetic, optical or other components without mechanical motion

[SOURCE: IEC 60050-444:2002, 444-01-06]

3.1.3

rated operational voltage

U_e

value of voltage which determines the application of the solid-state relay and to which the relevant tests and the load categories are referred

3.1.4

rated insulation voltage

U_i

value of voltage to which dielectric tests and creepage distances are referred

3.1.5

rated impulse withstand voltage

U_{imp}

peak value of an impulse voltage of prescribed form and polarity which the solid-state relay is capable of withstanding without failure under specified conditions of test and to which the values of the clearances are referred

3.1.6

ON-state

specified condition of the solid-state relay when the output semiconductor is in the conducting state

3.1.7**OFF-state**

specified condition of the solid-state relay when the output semiconductor is in the isolating (non-conducting) state

3.1.8**normally open element**

switching element which is in ON-state condition when the solid-state relay is in its operate condition and which is in OFF-state condition when the solid-state relay is in its release condition

3.1.9**normally closed element**

switching element which is in OFF-state condition when the solid-state relay is in its operate condition and which is in ON-state condition when the solid-state relay is in its release condition

3.1.10**rated operational current** I_e

normal operating current when the solid-state relay is in the ON-state and takes into account the rated frequency (see 5.1), the load category (see 5.2) and the overload characteristics at 40 °C ambient temperature unless otherwise specified

3.1.11**rated uninterrupted current** I_u

specified value of current, which the solid-state relay can carry in uninterrupted duty

3.1.12**rated frequency**

supply frequency for which a solid-state relay is designed and to which the other characteristic values correspond

Note 1 to entry: The same solid-state relay can be assigned a number or a range of rated frequencies or be rated for both AC and DC.

3.1.13**overload current profile**

profile that gives the current/time coordinates for the controlled overload current

3.1.14**operating capability**

property that represents the combined capabilities of

- establishing and sustaining the ON-state and current carrying, and
- establishing and sustaining the OFF-state (blocking),

at maximum rated operational voltage under specified load and overload conditions in accordance with load category, overload current profile and specified duty cycles

3.1.15**rated conditional short-circuit current**

specified value of prospective current, which the solid-state relay, protected by a specified short-circuit protective device, can withstand satisfactorily for the operating time of this device under the test conditions specified in the relevant product standard

3.1.16
leakage current

I_l

specified maximum current (peak or RMS value for AC), which flows through the output circuit in OFF-state condition

3.1.17
ON-state voltage drop

U_d

specified maximum voltage (peak or RMS value for AC), between output terminals in the ON-state condition

3.1.18
ON-state resistance

R_{on}

specified maximum value of resistance, between output terminals in the ON-state condition

3.1.19
power consumption

P_s

value of total power consumed of the control circuit and/or the supply circuit, if any

3.1.20
rated control circuit voltage

U_c

rated value of the control signal voltage

3.1.21
rated control circuit current

I_c

rated value of the control circuit current

3.1.22
rated control circuit supply voltage

U_s

rated value of the supply circuit voltage

3.1.23
operate

change from the OFF-state condition to the ON-state condition (vice versa for normally closed element)

3.1.24
release

change from the ON-state condition to the OFF-state condition (vice versa for normally closed element)

3.1.25
release voltage

value of the control signal voltage at which a solid-state relay is switched off (switched on for normally closed element)

Note 1 to entry: The term "switch-off voltage" was used in previous edition.

3.1.26**operate voltage**

value of the control signal voltage at which a solid-state relay is switched on (switched off for normally closed element)

Note 1 to entry: The term "switch-on voltage" was used in the previous edition.

3.1.27**release current**

value of the control signal current at which a solid-state relay is switched off (switched on for normally closed element)

Note 1 to entry: The term "switch-off current" is used as the same meaning.

3.1.28**operate current**

value of the control signal current at which a solid-state relay is switched on (switched off for normally closed element)

Note 1 to entry: The term "switch-on current" is used as the same meaning.

3.1.29**marking**

identification of a solid-state relay which allows the unambiguous indication of its electrical, dimensional and functional parameters

3.1.30**existing design**

design which was already approved by the preceding edition of this document

3.1.31**type test**

test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications

3.1.32**routine test**

test to which each individual device is subjected during and/or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

3.1.33**sampling test**

test on a number of devices taken at random from a batch

3.1.34**ambient temperature**

temperature prescribed for the air surrounding the solid-state relay under certain conditions, when the solid-state relay is mounted as specified

3.1.35**rated value**

value of a quantity used for specification purposes, established for a specific set of operating conditions

[SOURCE: IEC 60050-444:2002, 444-02-18, modified – deletion of "of a component, device, equipment, or system" at the end of the definition.]

3.1.36

test value

value of a quantity for which the solid-state relay shall comply with a specified action during a test

[SOURCE: IEC 60050-444:2002, 444-02-20, modified – addition of "solid-state".]

3.2 Terms and definitions related to insulation coordination (see Clause 11)

3.2.1

conductive part

part which is capable of conducting electric current, although it can be used for other purposes

3.2.2

live part

conductor or conductive part intended to be energized in normal operation, including a neutral conductor, but by convention not a PEN conductor

Note 1 to entry: A PEN conductor combines the functions of both a protective earthing conductor and a neutral conductor.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-19, modified – rewording of the definition and addition of a new Note 1 to entry.]

3.2.3

clearance

shortest distance in air between two conductive parts

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.4]

3.2.4

creepage distance

shortest distance along the surface of the insulating material between two conductive parts

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.5, modified – replacement of "solid insulating material" with "insulating material".]

3.2.5

functional insulation

insulation between conductive parts which is necessary only for the proper functioning of the equipment

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.29]

3.2.6

solid insulation

solid insulating material interposed between two conductive parts

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.6, modified – rewording of the definition.]

3.2.7

basic insulation

insulation of hazardous-live-parts which provides basic protection against electric shock

Note 1 to entry: Basic insulation does not necessarily include insulation used exclusively for functional purposes.

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.30, modified – addition of "against electric shock" and addition of Note 1 to entry.]

3.2.8**supplementary insulation**

independent insulation applied in addition to basic insulation, in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.31, modified – replacement of "for fault protection" with "in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation".]

3.2.9**double insulation**

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.32]

3.2.10**reinforced insulation**

insulation of hazardous-live-parts which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation

Note 1 to entry: Reinforced insulation may comprise several layers which cannot be tested singly as basic or supplementary insulation.

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.33]

3.2.11**overvoltage**

any voltage having a peak value exceeding the corresponding peak value of maximum steady-state voltage at normal operating conditions

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.11, modified – replacement of "working voltage" with "voltage".]

3.2.12**overvoltage category**

numeral defining a transient overvoltage condition

Note 1 to entry: Overvoltage categories I, II, III and IV are used, see 4.3.2 of IEC 60664-1:2020.

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.20]

3.2.13**pollution**

any addition of foreign matter, solid, liquid or gaseous that can result in a reduction of electric strength or surface resistivity of the insulation

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.24, modified – replacement of "condition" with "addition", and "that can affect dielectric strength or surface resistivity" with "that can result in a reduction of electric strength or surface resistivity of the insulation".]

3.2.14**micro-environment**

immediate environment of the insulation which particularly influences the dimensioning of the creepage distances

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.23, modified – the definition has been reworded.]

3.2.15

macro-environment

environment of the room or other location in which the equipment is installed or used

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.22]

3.2.16

pollution degree

numeral characterizing the expected pollution of the micro-environment

Note 1 to entry: Pollution degrees 1, 2 and 3 are used, see Annex C.

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.25, modified – addition of the Note to entry.]

3.2.17

type 1 protection

protection against pollution by the use of coating, potting or moulding assuming pollution degree 1 under the protection

Note 1 to entry: Requirements and tests are given in IEC 60664-3.

Note 2 to entry: Pollution degree 1 is specified in Annex C.

3.2.18

tracking

progressive degradation of a solid insulating material by local discharges to form conducting or partially conducting paths

Note 1 to entry: Tracking usually occurs due to surface contamination.

[SOURCE: IEC 60050-212:2010, 212-11-56, modified – the definition was reworded.]

3.2.19

comparative tracking index

CTI

numerical value of the maximum voltage in volts which a material can withstand without tracking under specified test conditions

[SOURCE: IEC 60050-212:2010, 212-11-59, modified – deletion of "and without a persistent flame occurring".]

4 Characteristics of solid-state relays

Typically solid-state relays according to this document are classified by:

- number of poles;
- type of poles;
- type of switching element;
- type of control circuit.
- rated and limiting values for output circuits (see 5.1);
- load category (see 5.2);
- rated and limiting values for control circuits (see 5.3);
- solid state relay as apparatus: component intended for incorporation into equipment by the end-user (e.g. specified to be mounted in a control cabinet);

- solid state relay as component: basic component for incorporation into equipment and not intended to be made available to the end-user (e.g. component for PCB mounting).

NOTE 1 'Type of poles' is intended to specify a normally open element or normally closed element in an output circuit.

NOTE 2 'Type of switching element' is intended to specify the semiconductor type, like transistors or thyristors.

NOTE 3 'Type of control circuit' is intended to specify the control circuit type, like voltage control or current control.

5 Rated values

5.1 Rated and limiting values for output circuits and for insulation coordination

The rated and limiting values established for solid-state relays shall be stated in accordance with the following, but only where required in this document the applicable values shall be verified by tests.

a) Rated voltages

- rated operational voltage (U_e);
- rated insulation voltage (U_i).

In no case shall the maximum value of the rated operational voltage exceed that of the rated insulation voltage;

NOTE 1 Where no rated insulation voltage is specified for a solid-state relay, the highest value of the rated operational voltage is considered to be the rated insulation voltage.

- rated impulse withstand voltage (U_{imp}).

The rated impulse withstand voltage of a solid-state relay shall be equal to or higher than the values stated for the transient overvoltages occurring in the circuit in which the solid-state relay is incorporated;

- minimum operating voltage or rated operating voltage range, if applicable;
- ON-state voltage drop (U_d).

b) Rated currents

- rated operational current (I_e);
- rated uninterrupted current (I_u);
- leakage current (I_l);
- minimum operating current or rated operating current range, if applicable.

c) Rated frequency

d) Normal load and overload characteristics

- operating capability, which is characterized by:
 - rated operational voltage;
 - rated operational current;
 - overload current profile (see 5.4);
 - load category (see 5.2).

NOTE 2 In addition, the following values can be stated by the manufacturer:

- rated conditional short-circuit current;
- minimum load.

5.2 Load category

The load category defines the intended application and shall be specified according to Table 1. Any other type of load shall be specified in the datasheet or the catalogue.

Each load category (see Table 1) is characterized by the test conditions specified in this document and by the following values:

- current(s);
- voltage(s);
- power-factor or time-constant,
- other data of Table 5 and Table 6.

A designated solid-state relay with a rating for one load category which has been verified by testing can be assigned other load categories without testing provided that

- the verified rated operational current and voltage are higher than or equal to the new assigned ratings; and
- the verified load category and duty cycle are equal to or more severe than the new assigned rating; and
- the verified overload current and voltage is equal to or even higher than the new assigned rating.

Table 1 – Load categories

Load category	Typical application
AC load	
LC A	Resistive or slightly inductive loads (up to $\cos\phi = 0,8$)
LC B	Motor loads
LC C	Electric discharge lamps
LC D	Incandescent lamps
LC E	Transformers
LC F	Capacitive loads
LC G	Self-ballasted lamps
DC load	
LC N	Control of resistive DC loads and DC solid state loads with isolation by optocouplers
LC O	Control of DC electromagnets
LC P	Control of electromagnetic DC loads having economy resistors in circuit
LC Q	Across-the-line DC motor starting
LC R	DC incandescent lamps (tungsten)
NOTE For further loads details, see Table 5 and Table 6.	

5.3 Rated and limiting values for control circuits

The characteristics of electronic control circuits are (as applicable):

- kind of current (AC, DC or AC/DC);
- power consumption;
- frequency of rated control circuit voltage;
- rated control circuit voltage, U_C ;
- rated control circuit current, I_C ;
- rated control circuit supply voltage, U_S ;

- release voltage;
- operate voltage;
- release current;
- operate current.

The rated control circuit voltage and frequency of rated control circuit voltage, if any, are the values on which the operating and temperature-rise characteristics of the control circuit are based. The absolute minimum and the maximum operating values of the rated control circuit voltage U_c and the rated control circuit supply voltage U_s or rated control circuit current I_c shall be specified.

NOTE 1 Depending on technology only distinct values are applicable.

NOTE 2 The manufacturer is prepared to state the value or values of the current taken by the control circuit(s) at the rated control circuit supply voltage.

NOTE 3 A distinction is made between control circuit voltage, U_c , which is the controlling input signal, and control circuit supply voltage, U_s , which is the voltage applied to energize the power supply terminals of the control circuit equipment and can be different from U_c due to built-in transformers, rectifiers, etc.

5.4 Overload current profile

The overload current is a multiple of I_e (see Table 5) and represents the maximum value of operating current under operational overload conditions.

Deliberate overcurrents not exceeding ten cycles of the power-line frequency which can exceed the stated values of Table 5 are disregarded for the overload current profile.

5.5 Normal service, transport and storage conditions

5.5.1 Ambient temperature

The ambient temperature range is -5 °C to $+40\text{ °C}$ for operation and -25 °C to $+85\text{ °C}$ for transport and storage of the solid-state relay, unless otherwise specified.

For operation outside this range see the products specifications.

5.5.2 Atmospheric conditions

The maximum relative humidity and altitude for storage, transport and operation shall be stated.

5.6 Normal mounting conditions

The method of mounting shall be specified.

6 Provisions for test

6.1 Type test

The tests according to this document are type tests in Table 2.

All tests shall be carried out under the conditions specified in Table 1 of IEC 61810-1:2015. Where deviating conditions are given in a specific clause, the values given in this clause shall apply.

NOTE 1 Tests according to this document can be applied to routine and sampling tests as appropriate.

Hazards considered in this document are hazards from heating, electrical shock, ignition and foreseeable misuse before the end of life.

Hazards shall not exceed a tolerable level. For the component, the compliance to the tests specified in Table 2 are considered to represent a tolerable level. For the application of the solid-state relay, a risk assessment shall be carried out according to Annex B.

NOTE 2 The risk evaluation for the component and for the application follows the same assessment rules. For the component itself, the risk evaluation could be shown via this document. However, requirements for the application to determine the risk by the interaction of the single components and the foreseeable misuse, for example when various solid-state relays can be used in combination with a single socket, might be given in application standards or legislation.

Table 2 – Type testing

Inspection lot	Tests	Clause or subclause	Number of specimens
1	Documentation and marking	7	1
	Ball pressure test	13.3	
	Heat and fire resistance	13	
2	Comparative tracking index	11.2.3.1	1
3	Clearances, creepage distances and distances through solid insulation	11	1 (not potted) and 1 (potted)
4	Electrical tests for solid insulation	11.4.3	3
5	Quick-connect terminations (if applicable)	12.1	1
	Screw-type and screwless-type clamping-units (if applicable)	12.2	
	Solder terminals (if applicable)	12.3	
	Sockets (if applicable)	12.4	
	Temperature-rise	8	
6	Initial leakage current	9.1	1
	Initial ON-state voltage drop	9.2	
	Overload test	10.1	
	Endurance test	10.2	
	Final leakage current	9.1	
	Final ON-state voltage drop	9.2	
7	EMC (applicable for solid state relays as apparatus)	14	1

6.2 Routine test

Routine tests are intended to detect faults in materials, workmanship, and to ascertain proper functioning of the solid-state relay. Routine tests shall be made on each individual piece of solid-state relay according to Table 3.

Table 3 – Routine tests

Inspection lot	Tests	Clause or subclause	Additional reference
All	Documentation and marking	7	Table 4: 1a;1b;1d
All	AC power frequency voltage test	11.4.3.5 ^a	
All	OFF-state leakage current	9.1	
All	ON-state voltage drop	9.2	

^a AC power frequency voltage test for routine test could be carried out for a duration of 1 s in accordance with IEC 61810-7:2006, 4.9. The test voltage shall not have any negative impact on the insulation (further use). If applicable, parameters like current limit or specification of the high-voltage transformer can be specified by the manufacturer at an appropriate value to fulfil the purpose of the test.

7 Documentation and marking

7.1 Data

The data as listed in Table 4 shall be available.

Table 4 – Required data

N°	Data	Place of indication
1 Identification		
1a	The manufacturer's name, trademark or designation	Solid-state relay (preferred) or smallest packaging quantity
1b	Type designation or part number	Solid-state relay
1c	Number of this document	Catalogue or instruction sheet
1d	Date of manufacture (see NOTE 1)	Solid-state relay (preferred) or packaging
2 Characteristics, basic rated values and load		
2a	Rated operational voltages	Solid-state relay or catalogue or instruction sheet
2b	Rated operational currents	Solid-state relay or catalogue or instruction sheet
2c	Conditions for rated current (see NOTE 2)	Solid-state relay or catalogue or instruction sheet
2d	ON-state voltage drop or ON-state resistance	Catalogue or instruction sheet
2e	Leakage current	Catalogue or instruction sheet
2f	Load category or load specified	Catalogue or instruction sheet
2g	Overload current profile or specification of allowed overload condition	Catalogue or instruction sheet
2h	Value of the rated frequency/frequencies (if applicable)	Catalogue or instruction sheet
2i	Minimum load (if applicable)	Catalogue or instruction sheet
2j	Protecting element (e.g. snubber circuit, varistor, diode etc.) (if any)	Catalogue or instruction sheet
3 Safety and installation		
3a	Rated insulation voltage	Catalogue or instruction sheet
3b	Rated impulse withstand voltage	Catalogue or instruction sheet
3c	Pollution degree	Catalogue or instruction sheet

N°	Data	Place of indication
4 Control circuits		
4a	Rated control circuit voltage, U_c , or Rated control circuit current I_c ,	Solid-state relay or catalogue or instruction sheet
4b	Frequency of rated control voltage or current (if applicable)	Solid-state relay or catalogue or instruction sheet
4c	Rated control circuit supply voltage, U_s , (if applicable)	Solid-state relay or catalogue or instruction sheet
4d	Any other information (for example impedance matching requirements) necessary to ensure satisfactory operation of the control circuits	Solid-state relay or catalogue or instruction sheet
NOTE 1 Date of manufacture and type designation can be coded if specified in the documentation.		
NOTE 2 Example of conditions for rated current: rated current of 25 A at 40 °C and rated current 10 A at 75 °C.		

7.2 Instructions for installation, operation and maintenance

Instructions for installation, operation and maintenance shall be provided.

7.3 Marking

Data 1a), 1b) and where applicable 1d) in Table 4 shall be marked on the solid-state relay so that they are legible and durable. If there is enough space on the solid-state relay 2a), 2b) and 2c) as well as the rated control circuit supply voltage and terminal identification should be marked additionally on the solid-state relay.

The test indicated below is carried out when only additional material(s) are used for marking (e.g. inkjet or pad printing).

Compliance with the durability requirements of the marking is checked by inspection and by rubbing the marking by hand as follows:

- 15 back-and-forth movements in about 15 s with a piece of cloth soaked with distilled water, followed by
- 15 back-and-forth movements in about 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit.

During the tests, the soaked piece of cloth shall be pressed on the marking with a pressure of about 2 N/cm².

After these tests, the marking shall still be legible.

NOTE The petroleum spirit used is defined as an aliphatic solvent hexane with a content of aromatics of maximum 0,1 volume %, a kauributanol-value of 29, initial boiling point approximately 65 °C, dry point approximately 69 °C and specific gravity of 0,68 g/cm³.

8 Temperature-rise

8.1 General

Solid state relays shall be constructed so that they do not attain excessive temperatures in normal use. Solid-state relays are considered non-accessible during normal operation. In those applications requiring or permitting accessibility, the requirements of 8.1 of IEC 61810-1:2015 shall apply.

The solid-state relays rated operational current rating shall be derated in accordance with the specification for operation at ambient temperatures above 40 °C.

8.2 Test conditions

The temperature-rise test shall be carried out in accordance with Clause 8 of IEC 61810-1:2015 with the following deviations:

The mounting condition shall be according to test procedure B – single mounting.

The test procedure is only done at rated current and specified maximum ambient temperature.

If specified the respective tests shall be done with the specified heat sink mounted to the solid-state relay.

NOTE To determine the location of the maximum temperatures, it can be useful to use a suitable thermographic imaging technique.

The temperature-rise of the terminals shall not exceed the limits specified or the limits of adjacent materials. When applicable, the limits and test conditions of 12.1.3.1 shall be applied.

All limitations regarding coil and maximum coil temperature shall be disregarded.

Subclause 8.4.6 of IEC 61810-1:2015 shall not apply.

Alternatively to the use of thermocouples, temperatures of the solid state relay in this test can be determined by other sensing methods (like thermographic imaging), provided they show equivalent test results.

9 Basic operating function

9.1 OFF-state leakage current measurement

The OFF-state leakage current shall be measured at rated operational voltage. Measurement inaccuracies shall be taken into account when evaluating the results. If not otherwise specified, all measurements shall be taken with an accuracy of ± 2 %. The result shall be lower than the specified value.

9.2 ON-state voltage drop measurement

The ON-state voltage drop shall be measured at rated operational current. Measurement inaccuracies shall be taken into account when evaluating the results. If not otherwise specified, all measurements shall be taken with an accuracy of ± 2 %. The result shall be lower than the specified value.

10 Electrical endurance

10.1 Overload test

10.1.1 General

Solid-state relays shall be required to establish an ON-state, to commute, to carry designated levels of load and, if applicable, overload currents, and to establish and sustain an OFF-state condition without failure or any type of damage, when tested in accordance with 10.1.2.

Ratings shall be verified under the conditions stated in Table 5.

More severe test values than given in Table 5 can be specified.

Table 5 – Minimum requirements for overload capability test conditions

Load category (see Table 1)	Parameters of the test circuit			Operation cycle ^a ON-time	Operation cycle ^a OFF-time	Number of operating cycles
AC load	I_t/I_e	U_t/U_e	$\cos \varphi$	s	s	
LC A	1,5	1,1	0,8	5	10	5
LC B	8	1,1	0,35	1,6	1 440	3
LC C	3,0	1,1	0,45	0,05	10	5
LC D	1,5	1,1	b	0,05	60	50
LC E	30	1,1	< 1	0,05	10	5
LC F	d	1,1	c	0,05	10	1 000
LC G	See Annex A					
DC load	I_t/I_e	U_t/U_e	$T_{0,95}$ ms			
LC N ^e	-	-	-	-	-	-
LC O ^e	-	-	-	-	-	-
LC P	10	1,1	15	0,025	10	10
LC Q	10	1	DC ^f	1	9	50
LC R	1,5	1	DC	1	9	50

Key

I_t is the test current.

I_e is the rated operational current.

U_e is the rated operational voltage.

U_t is the test voltage.

$T_{0,95}$ is the time to reach 95 % of the steady-state current.

Temperature conditions

Before the starting of this test, thermal equilibrium of the case temperature shall be achieved under the test condition. The test ambient air temperature shall be within the reference conditions of IEC 61810-1:2015, Table 2.

a Operate time and release time shall be within three full periods of the power frequency for AC load. Maximum operate time and maximum release time for DC load shall be specified if applicable.

b Tests to be carried out with an incandescent light load.

c Tests to be carried out with a capacitive load.

d Capacitive ratings can be derived by capacitor switching tests or assigned on the basis of established practice and experience. The peak inrush current of the capacitor shall be less than or equal to the non-repetitive peak ON-state surge current rating of the solid-state relays.

e The tests for LC N and LC O under overload capability test conditions are covered by the endurance test.

f The load is a noninductive resistive load.

10.1.2 Overload capability test procedure

a) Test conditions

- 1) Refer to Table 5.
- 2) Solid-state relays utilizing a current-controlled cut-out device in addition to an overcurrent protective means that provides protection against overload conditions during running in the ON-state, shall be tested with the cut-out device in place. In this test, it is acceptable for the cut-out device to switch the specimen to the OFF-state in a time shorter than the specified ON-time.

b) Specimen adjustments

- 1) Specimens shall be adjusted to minimize the time to establish the test current level.
- 2) Specimens fitted with a current-limit function shall be set to the values of Table 5.

c) Verify the criteria

- 1) ON-state resistance or ON-state voltage drop.
- 2) AC power frequency voltage test under the conditions of 11.4.3.5.
- 3) No visual evidence of damage.

Deviation of ON-state resistance or ON-state voltage drop after the test shall be less than $\pm 20\%$ of the initial value.

10.2 Endurance test

10.2.1 During the endurance test described in this subclause, there shall be no electrical or structural breakdown of the solid-state relay. After the test, the device shall comply with the requirements of the rated impulse withstand voltage in Table D.1.

10.2.2 The conditions for the endurance test shall be the same as the conditions for the overload test as specified in 10.1 except as described in this subclause.

10.2.3 The solid-state relay is to close and open a test circuit having the applicable current and load characteristic specified in Table 6. The number of test cycles and the test cycle times shall be as specified in Table 6. The test voltage shall be 100 % to 110 % of the rated operational voltage U_e .

10.2.4 A synthetic load shall be used in place of tungsten-filament lamps if it is equivalent to a tungsten-filament lamp load on the test circuit in question, and the inrush current is at least ten times the rated current.

10.2.5 A synthetic load used in place of tungsten-filament lamps can consist of non-inductive resistors if they are connected and controlled so that a portion of the resistance is shunted during the closing of the switch under test. A synthetic load can also consist of a non-inductive resistor or resistors that are connected in parallel with a capacitor.

10.2.6 If tungsten-filament lamps can be used as alternative load, the load shall be made up of the smallest possible number of 500 W lamps, except that one or two lamps smaller than the 500 W size can be used if necessary to make up the required load. In case 500 W lamps are not available, the load can be made up by other suitable lamps. This deviation shall be noted in the test report.

10.3 Verification

The following properties shall be assessed after the overload and endurance test procedure:

- 1) ON-state resistance or ON-state voltage drop;
- 2) leakage current;
- 3) AC power frequency voltage test under the conditions of 11.4.3.5;

4) no visual evidence of damage.

Deviation of ON-state resistance or ON-state voltage drop, leakage current after the test shall be less than $\pm 20\%$ of the initial value.

Table 6 – Endurance test

Load category (see Table 1)	Test current A	Load characteristics	Number of cycles	Test cycle times s	
				ON	OFF
AC load		$\cos \varphi$			
LC A	Rated current	0,75 to 0,80	6 000	1	9
LC B	Twice full-load current	0,40 to 0,50	1 000	0,5 ^a	0,5 ^a
LC C	Twice rated current	0,40 to 0,50	6 000	1	9
LC D	Rated current. See 10.2.4 to 10.2.6	1,0	6 000	1 ^b	59 ^b
LC E	Under consideration	^c	Under consideration	Under consideration	Under consideration
LC F	Rated current	^d	6 000	1	9
LC G	See Annex A				
DC load		$T_{0,95}$^e ms			
LC N	Rated current	1	6 000	0,025	9
LC O	Rated current	$6 \times P$ ^f	6 000	$T_{0,95}$	9
LC P	Ten times rated current for making	15	6 000	0,025	9
	Rate current for breaking			0,975	
LC Q	Twice full-load	DC ^g	1 000	0,5	0,5
LC R	Rated current	DC	6 000	1	59 ^h

^a For reversing motors the test cycle time is 0,5 s forward, 0,5 s reverse and 1 s off. If the device operation will not permit these cycle times, times as close as possible to these shall be used.

^b A control can be operated faster than 1 cycle/min if synthetic loads are used or if a sufficient number of banks of lamps controlled by a commutator are employed so that each bank will cool for at least 59 s between successive applications.

^c The load shall consist of commercially available transformers.

^d The load shall consist of commercially available capacitors.

^e $T_{0,95}$ denotes the time to reach 95 % of the steady-state current in ms.

^f The value " $6 \times P$ " is derived from an empirical relation appropriate for most of the DC inductive loads up to $P = 50$ W, where $6 \times P = 300$ ms. Loads with a rated power above 50 W comprise small loads in parallel. Therefore, 300 ms is an upper limit independent of the power value.

^g The load is a noninductive resistive load.

^h Shorter OFF time is acceptable if synthetic loads are used or if a sufficient number of banks of lamps controlled by a commutator are employed so that each bank will cool for at least 59 s between successive applications.

11 Clearances and creepage distances

11.1 General

Terms and definitions which apply to this clause are given in 3.2.

11.2 Basis for insulation coordination

11.2.1 Basic principles

The requirements and tests of this document are based on the requirements of IEC 60664-1, where further information and guidance related to insulation coordination within low-voltage equipment is provided.

Insulation coordination implies the selection of the electric insulation characteristics of the solid-state relay with regard to its application and in relation to its surroundings.

Insulation coordination can only be achieved if the design of the solid-state relay is based on the stresses to which it is likely to be subjected during its anticipated lifetime.

11.2.2 Rated impulse withstand voltage

The rated impulse withstand voltages for solid-state relays connected directly to the supply system (mains) are listed in Table D.1. This table gives the rated impulse withstand voltages for different overvoltage categories depending upon the selected line-to-neutral voltage. If applicable, the latter shall be derived from the nominal voltage of the mains as indicated in Table D.1, also.

NOTE 1 In particular cases, the provisions of the relevant IEC standard for the equipment in which the solid-state relay is incorporated can apply in addition.

NOTE 2 Normally overvoltage category III is relevant for solid-state relays; this means, for example 4 kV for AC 230 V (voltage line-to-neutral).

Voltages higher than the rated impulse withstand voltages can occur during solid-state relay operation. If required, the user shall take measures to limit the effects of overvoltage.

11.2.3 Insulating materials

11.2.3.1 Comparative tracking index (CTI)

11.2.3.1.1 Behaviour of insulating material in the presence of scintillations

With regard to tracking, an insulating material can be roughly characterized according to the damage it suffers from the concentrated release of energy during scintillations when a surface leakage current is interrupted due to the drying-out of the contaminated surface. The following behaviour of an insulating material in the presence of scintillations can occur:

- no decomposition of the insulating material;
- the wearing away of insulating material by the action of electrical discharges (electrical erosion);
- the progressive formation of conductive paths which are produced on the surface of insulating material due to the combined effects of electric stress and electrolytically conductive contamination on the surface (tracking).

NOTE Tracking or erosion will occur when:

- a liquid film carrying the surface leakage current breaks, and
- the applied voltage is sufficient to break down the small gap formed when the film breaks, and
- the current is above a limiting value which is necessary to provide sufficient energy locally to thermally decompose the insulating material beneath the film.

Deterioration increases with the time for which the current flows.

11.2.3.1.2 CTI values to categorize insulation materials

A method of classification for insulating materials according to 11.2.3.1.1 does not exist. The behaviour of the insulating material under various contaminants and voltages is extremely complex. Under these conditions, many materials can exhibit two or even all three of the characteristics stated. A direct correlation with the material groups of 11.2.3.1.3 is not practical. However, it has been found by experience and tests that insulating materials have a higher relative performance and also have approximately the same relative ranking according to the comparative tracking index (CTI). Therefore, this document uses the CTI values to categorize insulating materials.

11.2.3.1.3 Material groups

For the purposes of this document, materials are classified into four groups according to their CTI values. These values are determined in accordance with IEC 60112 using solution A. The groups are as follows:

- material group I: $600 \leq \text{CTI}$;
- material group II: $400 \leq \text{CTI} < 600$;
- material group IIIa: $175 \leq \text{CTI} < 400$;
- material group IIIb: $100 \leq \text{CTI} < 175$.

11.2.3.1.4 Test for comparative tracking index (CTI)

The test for the comparative tracking index (CTI) in accordance with IEC 60112 is designed to compare the performance of various insulating materials under test conditions. It gives a qualitative comparison and in the case of insulating materials having a tendency to form tracks, it also gives a quantitative comparison.

11.2.3.1.5 Non tracking materials

For glass, ceramics or other inorganic insulating materials which do not track, creepage distances shall not be greater than their associated clearance for the purpose of insulation co-ordination. The dimensions of Table 7 are appropriate.

11.3 Requirements and dimensioning rules

11.3.1 Dimensioning of clearances

Clearances shall be equal to or greater than the minimum values of Table 7.

NOTE The values are identical to those in IEC 60664-1 (Case A, inhomogeneous field).

Table 7 – Minimum clearance

Required impulse withstand voltage ^a	Minimum clearances in air in mm up to 2 000 m above sea level		
	Pollution degree		
	1 mm	2 mm	3 mm
kV			
0,33	0,01	0,2	0,8
0,50	0,04		
0,80	0,1		
1,5	0,5	0,5	
2,5	1,5	1,5	1,5
4,0	3	3	3
6,0	5,5	5,5	5,5
8,0	8	8	8
12	14	14	14
^a In special cases (particularly for existing designs), intermediate values derived by interpolation can be used for the dimensioning of clearances.			

The dimensions of Table 7 apply to functional, basic and supplementary insulation. Where reinforced insulation is required the dimensions indicated for one step higher in the sequence of impulse withstand voltage values shall be chosen.

As the dimensions in Table 7 are valid for altitudes up to and including 2 000 m above sea level, clearances for altitudes above 2 000 m shall be multiplied by the altitude correction factor specified in Table A.2 in IEC 60664-1:2020. For any part for which the dielectric properties are not sensitive to altitude (e.g. opto-coupler, potted parts, etc.) the correction factor for altitude is not applicable.

11.3.2 Dimensioning of creepage distances

11.3.2.1 Voltage

The creepage distances between circuits and accessible surfaces shall be in accordance with the highest rated operational voltage for electrically connected circuits which have different rated voltages.

Creepage distances between the circuits shall be in accordance with the highest rated voltage for electric circuits which are insulated from each other.

11.3.2.2 Dimensioning of creepage distances for functional, basic, supplementary and reinforced insulation

Creepage distances for basic and supplementary insulation shall comply with the minimum dimensions given in Table 8.

In the case of reinforced insulation, the creepage distances shall not be inferior to twice the distance required for basic insulation.

For printed wiring materials with type 1 protection the values for pollution degree 1 of Table 8 apply beneath the coating. For verification, the requirements in IEC 60664-3 are applicable.

For functional insulation the requirements of Table 8 shall be applicable for solid state relays. For solid state relays for PCB mounting the value of column “Other materials/pollution degree 1” shall apply.

Table 8 – Minimum creepage distances for solid-state relays

Voltage RMS or DC ^{a, b}	Creepage distances in mm								
	Pollution degree								
	Printed wiring material (PCB)		Other materials						
	1 ^c	2	1 ^c	2			3		
				Material group			Material group		
V	mm	mm	mm	I mm	II mm	III mm	I mm	II mm	III ^d mm
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4	1	1	1
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5	1,25	1,25	1,25
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1,1	1,4	1,8	2	2,2
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2	2,2	2,5
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2	2,5	2,8	3,2
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5
400	1	2	1	2	2,8	4	5	5,6	6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5	6,3	7,1	8
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8	9	10
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8	10	11	12,5
1 000	3,2	5	3,2	5	7,1	10	12,5	14	16
1 250			4,2	6,3	9	12,5	16	18	20
1 600			5,6	8	11	16	20	22	25

NOTE For material groups see 11.2.3.1.3.

Interpolation is permitted only for functional insulation.

^a This voltage is:

- for functional insulation: the working voltage;
- for basic and supplementary insulation of the circuit energized directly from the low-voltage mains: the rated operational voltage, or the rated insulation voltage;
- for basic and supplementary insulation of solid-state relay circuits not energized directly from the low-voltage mains: the highest RMS voltage which can occur in the circuit when the solid-state relay is supplied at rated operational voltage and under the most onerous combination of conditions of operation within the solid-state relay rating.

^b For higher voltage exceeding 1 600 V, minimum creepage distance for basic insulation shall comply with Table 5 of IEC TS 62993:2017.

^c Material groups I, II, IIIa and IIIb.

^d Material group IIIb is not recommended for application in pollution degree 3 above 630 V.

11.3.3 Requirements for solid insulating materials

Solid insulation shall withstand the impulse voltage specified in 11.2.2 in case of basic and supplementary insulation. For reinforced insulation, the value one step higher in the sequence of impulse withstand voltage values shall be chosen.

In addition, solid insulation shall withstand:

- the short-term temporary overvoltages of $U_n + 1\,200\text{ V}$ for durations up to 5 s, and
- the long-term temporary overvoltages of $U_n + 250\text{ V}$ for durations longer than 5 s,

where U_n is the RMS value of the line-to-neutral voltage in case of supply systems with earthed neutral conductor. For reinforced insulation, twice these values apply.

In those cases where the basic insulation and the supplementary insulation cannot be tested separately, the test voltage specified for reinforced insulation shall be used.

Neither through mechanical action nor through breaking, unfastening or detachment of a wire, the insulation of the protective separation can be impaired to such an extent that the insulation no longer fulfils the requirements for basic insulation.

11.4 Tests and measurements

11.4.1 Tests

The following tests are intended for use as type tests with respect to insulation coordination.

The verification of clearance and creepage distances is carried out by measurement (see 11.4.2).

The verification of solid insulation shall be carried out in accordance with 11.4.3. No flashover or breakdown shall occur.

11.4.2 Measurement of creepage distances and clearances

This test shall be carried out according to the procedure of 6.8 of IEC 60664-1:2020.

11.4.3 Electrical tests for solid insulation

11.4.3.1 General

The electrical tests for solid insulation shall be carried out in accordance with the test sequence given in 11.4.3.2.

NOTE The partial discharge test described in 6.4.6 of IEC 60664-1:2020 is under consideration for solid-state relays within the scope of this document.

The tests shall be carried out on new test specimens unless otherwise specified.

11.4.3.2 Test sequence

- a) Preconditioning.
- b) Impulse voltage test.
- c) AC power frequency voltage test.

11.4.3.3 Preconditioning

The test specimens shall undergo the following preconditioning (see Table 9).

Table 9 – Preconditioning

Climatic sequence		
–25 °C	96 h	Cold (storage and transportation simulation) according to IEC 60068-2-1
Maximum operating temperature + 20 °C	96 h	Dry heat according to IEC 60068-2-2
–25 °C / maximum operating temperature + 20 °C	15 cycles	Rapid change of temperature according to IEC 60068-2-14 Transition time 2 min to 3 min Dwell time 1 h
40 °C / 93 % RH	96 h	Damp heat, steady state according to IEC 60068-2-78 with DC 100 V applied to terminals connected together between control circuit and output circuit

11.4.3.4 Impulse voltage test

This test is conducted with rated impulse withstand voltage according to Table 6 and a waveform of 1,2/50 µs according to Clause 7 of IEC 61180:2016. Five pulses for each polarity are required with a minimum time interval of 1 s between subsequent pulses.

The output impedance of the impulse generator shall not be higher than 500 Ω. No puncture or partial breakdown of solid insulation shall occur during the test.

11.4.3.5 AC power frequency voltage test

For this test Table 13 or Table 14 of IEC 61810-1:2015 shall apply. The AC test voltage shall be raised uniformly from 0 V to the short-term temporary overvoltage within not more than 5 s and held at that value for 5 s. Instead of raising the test voltage gradually, it can also be applied immediately.

There shall be no breakdown of solid insulation during the test. A current of not more than 3 mA is permitted.

The insulation test with DC voltage is not permitted as an alternative test.

11.5 Alternative test methods

A products compliance with 5.4.4.4 of IEC 62368-1:2018 shall be regarded as compliant with the requirements for solid insulation in this document. Components compliant to IEC 60747-5-5 shall be regarded as complying with the insulation requirements of this document. The test method for compliance shall be accordingly noted in the test report.

12 Terminations**12.1 Quick-connect terminations****12.1.1 Purpose**

In this subclause, requirements and tests for quick-connect (QC) terminations are compiled. Reference is made to IEC 61210, the basic safety standard for such QC terminations.

12.1.2 Recommended values

The following values of the maximum resistive current carried by flat QC terminations with respect to the termination size are recommended:

2,8 mm	6 A
4,8 mm	16 A
6,3 mm	25 A
9,5 mm	32 A

12.1.3 Requirements

12.1.3.1 Temperature-rise

Under the conditions specified in Clause 8, the temperature of the terminals shall not exceed the maximum value as listed for various materials in Annex A of IEC 61210:2010, and the maximum temperature-rise shall not exceed the temperature-rise limit specified.

Solid-state relays with flat quick-connect tabs shall be fitted with conductors of a minimum length of 1 m and having the appropriate cross-sectional area as given in Table 10. The electrical interconnections to the voltage or current source(s) shall be made using connectors according to IEC 61210.

NOTE These conditions deviate partly from the standard temperature-rise conditions in Clause 8.

12.1.3.2 Size

Male tabs of QC terminations which are part of a solid-state relay shall comply with the dimensions given in Table 1 of IEC 61210:2010.

12.1.3.3 Material

The material and the coating (if applicable) of the male tab shall be appropriate to the maximum temperature given in Annex A of IEC 61210:2010.

12.1.3.4 Stability

Male tabs shall withstand connection and disconnection of an appropriate female connector without damage to the solid-state relay such as to impair compliance with the requirements of this document. Compliance shall be checked by 12.1.3.6.

12.1.3.5 Distance

Tabs shall be adequately spaced to allow the connection of the appropriate uninsulated female connectors.

12.1.3.6 Test of mechanical stability

The mechanical stability of male tabs shall be checked by the mechanical overload force test. The requirements and tests of 8.2 of IEC 61210:2010 shall be applied.

Table 10 – Cross-sectional areas for conductors depending on the resistive current carried by the terminal

Current carried by the terminal A		Flexible conductors	Rigid conductors
Over	Up to and including	Cross-sectional areas mm ²	Cross-sectional areas mm ²
–	3	0,5	0,75
3	6	0,75	1,0
6	10	1,0	1,5
10	16	1,5	2,5
16	25	2,5	4,0
25	32	4,0	6,0
32	40	6,0	10,0
40	63	10,0	16,0
NOTE This table is an excerpt from Table 4 of IEC 61058-1:2016.			

12.2 Screw-type and screwless-type clamping-units

Screw-type and screwless-type clamping units shall comply with the requirements and tests of IEC 60999-1.

The test current shall be the rated current for the relay (not that of the terminal, which might be higher) as specified.

12.3 Solder terminals – Resistance to soldering heat

12.3.1 General

Solder terminals and their supports shall have a sufficient resistance to soldering heat.

After the test of the resistance to soldering heat and subsequent cooling to room temperature, the solid-state relays shall comply with the requirements of Clause 9.

12.3.2 Solder pins

The test is carried out according to test Tb of IEC 60068-2-20 as given in Table 11 for method 1.

Terminals for mounting on printed circuit boards shall be fitted with a thermal screen (simulating a printed board) of $(1,5 \pm 0,1)$ mm thickness. During the test, immersion shall be effectuated only up to the lower surface of this screen.

Table 11 – Test conditions for test Tb

Subclauses of IEC 60068-2-20:2021	Conditions
5.1.2	No initial measurement
5.2.4	Method 1: Solder bath at 260 °C ^a
5.2.4	Duration of immersion: (5 ± 1) s
5.3.3	Method 2: Soldering iron at 350 °C ^a
5.3.1	Soldering iron of size B
5.3.3	No cooling device
5.3.3	Duration of application of the soldering iron: (10 ± 1) s
^a Current practice, for example lead free solder, may require a higher test temperature. If applicable this shall be stated in the applicable detail specification.	

12.3.3 Terminals for surface mounting (SMD)

This test shall be carried out according to the procedure of 6.3.5 of IEC 61760-1:2020 as specified.

12.3.4 Other solder terminations (e.g. soldering lugs)

This test shall be carried out in accordance with test Tb of IEC 60068-2-20 as given in Table 11.

The test shall be carried out as specified according to Method 1 or Method 2.

12.4 Sockets

Sockets shall comply with the requirements and tests of IEC 61984.

However, the corrosion test of IEC 61984 is replaced by a dry heat steady state test in accordance with IEC 60068-2-2, test Bb at 70 °C for 240 h.

NOTE 1 This ageing test is intended to ensure the mechanical and electrical properties of the combination of relay and socket.

For the measurement of the resistance across solid-state relay and socket terminations, it is permissible to use a solid-state relay dummy (e.g. with a short-circuited solid-state relay load side).

The tests shall be made with the sockets specified and stated in the documentation of the solid-state relay.

NOTE 2 Within the scope of this document, the combination only of a solid-state relay and mating socket can be assessed.

13 Heat and fire resistance

13.1 Materials

In order to verify that the requirements regarding resistance of solid insulating materials to heat and fire are met, the testing according to this clause shall be carried out with at least one of the following means:

- a) testing of the fully assembled device; or
- b) testing of individual parts, or group of parts forming a subassembly, taken from the device; or

c) samples of identical material with a representative cross-section.

If an identical material with representative cross-sections has already satisfied the requirements of any of the tests in this clause, then these tests shall not be repeated.

Data provided from the insulating material supplier can be used to demonstrate compliance with this requirement.

13.2 Glow-wire test

In IEC 60695-2-11 and IEC 60695-2-12, the glow-wire test is specified, simulating the effect of thermal stress which can be produced by heat sources such as glowing parts and overloaded components, in order to assess the risk of fire.

The test described in IEC 60695-2-11 and IEC 60695-2-12 is applicable mainly to electrotechnical equipment, their subassemblies and components, but can also be used for solid insulating materials and other combustible materials.

The following applies for this document:

Compliance with the requirements for heat and fire resistance is verified with the glow-wire test for end products (GWEPT) according to IEC 60695-2-11 at 650 °C. For small parts or when parts are of an inconvenient shape for the GWEPT or as alternative to the GWEPT the glow-wire flammability test (GWFI) according to IEC 60695-2-12 shall be performed at test plates of appropriate thickness.

There shall be:

- no ignition, or
- when ignition has occurred, flames or glowing combustion of the test specimen shall extinguish within 30 s after removal of the glow wire and the specified layer placed underneath the test specimen shall not ignite.

If the application of the solid-state relay necessitates more stringent requirements (e.g. household appliances, consumer electronics), the temperature of the glow-wire shall be either 750 °C or 850 °C for parts which are in contact with or support current-carrying parts or electrical connections, in particular when the deterioration of such parts could cause overheating.

13.3 Ball pressure test

The material for external parts and for parts that support live parts shall comply with the following:

- The test is made in accordance with IEC 60695-10-2 in a heating cabinet at a temperature of $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ plus the value of the maximum temperature determined during the temperature-rise test of Clause 8, or at
 - $75\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for external parts,
 - $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for parts that support live parts,

whichever is higher.

As an alternative, data provided from the material supplier can be used to demonstrate compliance with this requirement.

Sealing and potting materials are not considered unless their total external surface exceeds an area equivalent to the largest face of the solid-state relay.

14 Electromagnetic compatibility (EMC)

14.1 General

Where the solid-state relay is specified as apparatus (intended to be incorporated into the equipment by the end user without EMC knowledge; e.g. solid state relays for DIN rail mounting), the solid-state relay shall be assessed in accordance with Clause 14.

NOTE Solid state relays intended for incorporation into the equipment by the equipment manufacturer (e.g. solid state relays for PCB mounting) are considered basic components and there are no EMC requirements.

14.2 Immunity

The behaviour of the solid-state relay submitted to the immunity tests shall be in accordance with the requirements in Table E.3 for industrial environments and Table E.4 for residential, commercial and light-industrial environments according to the specification.

The appropriate tests to verify the compliance with these requirements are given in Clause E.2.

The solid-state relay shall be placed as single device under test in the test setup according to the cited standard and connected on all ports as specified. The test may be performed with no load for output ports. Each test of the solid-state relay shall be done

- a) in operate condition with rated values applied, and
- b) in release condition, with all supplies except the control voltage at rated value.

For the evaluation of the tests, the performance criteria as defined in Table E.2. shall be used.

14.3 Emission

The solid-state relay shall comply with the limits of disturbances corresponding to CISPR 11:2015 and CISPR 11:2015/AMD1:2016.

Solid-state relays intended for use in all other than residential installation (e.g. industrial installation) shall fulfil Environment A requirements according to Clause 5 of CISPR 11:2015 and CISPR 11:2015/AMD1:2016 for industrial environments.

Solid-state relays intended for use in residential installation shall fulfil Environment B requirements according to Clause 5 of CISPR 11:2015 and CISPR 11:2015/AMD1:2016 for residential, commercial and light-industrial environments.

In case the solid-state relay is specified for use in multimedia or IT equipment, the limits and tests of CISPR 32 shall apply.

The appropriate tests to verify the compliance with these requirements are given in Clause E.3.

All emission tests shall be performed with the solid-state relay in ON-state with rated values applied.

Annex A (normative)

Test for solid-state relays intended for self ballasted lamp loads

Solid-state relays intended for self ballasted lamp (SBL) loads shall withstand, without excessive wear or other harmful effect, the electrical and thermal stresses occurring when controlling self ballasted lamp circuits.

Compliance is checked by connecting the load as given in Figure A.1 via the solid-state relay under test to a power supply. The load diagram and values are derived from IEC 60669-1.

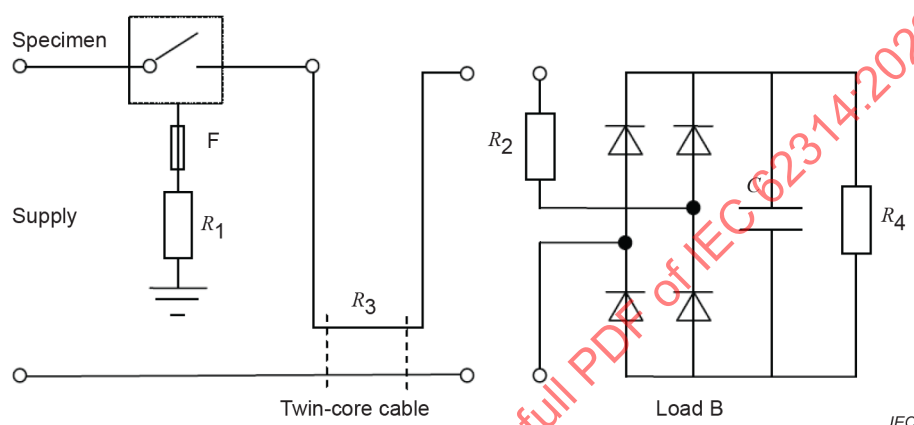


Figure A.1 – Circuit diagram for testing solid-state relay

The calculations are based on the following parameters in order to have the required values for inrush current and I^2t :

- a prospective short-circuit current (RMS) of the supply of 3 kA at $\cos \phi = 0,9$ (lagging);
- a resistance R_3 equal to $0,25 \Omega$ in the test circuit to the load. This value is obtained with a wire having a cross-sectional area of $1,5 \text{ mm}^2$ when switches with rated current up to and including 13 A are being tested and $2,5 \text{ mm}^2$ when switches with rated current over 13 A up to and including 20 A are being tested.

The load shall be in accordance with Figure A.1. The values for the maximum peak value and the maximum I^2t of the inrush current are given in Table A.1.

NOTE R_2 is the total series resistance in the lamp circuit including the ESR (equivalent series resistance) value of the capacitor.

The values of R_2 and C shall be chosen in order to reach the values ($\pm 5 \%$) for I_{peak} and I^2t as given in Table A.1 when the relay closes at $90^\circ \pm 5^\circ$ phase-angle (unless it is a solid-state relay with zero-crossing switching)

The value of R_4 shall be chosen to reach the current in amperes to reach the corresponding SBL power as given in Table A.1.

Table A.1 – Values for I_{peak} and I^2t depending on the type of distribution system

Rated current A	Distribution system V					
	220/380, 230/400, 240/415			120/208, 120/240, 127/220		
	I_{peak} A	I^2t A ² s	Rated power of the SBL circuit W	I_{peak} A	I^2t A ² s	Rated power of the SBL circuit W
Up to and including 10	108	2,8	100	162	5,9	60
Above 10 up to and including 13	142	5,5	150	162	5,9	60
Above 13 up to and including 16	170	9	200	200	11,5	100
Above 16 up to and including 20	192	13	250	231	18,5	150

Table A.2 – Calculated circuit parameters

Rated current A	230 V		120 V	
	R_2 Ω	C μF	R_2 Ω	C μF
Up to and including 10	1,9	125	0,28	280
Above 10 up to and including 13	1,25	180	0,28	280
Above 13 up to and including 16	0,95	240	0,17	445
Above 16 up to and including 20	0,8	310	0,11	640

For other rated operational voltages and currents the values shall be recalculated.

The values in Table A.2 are given for information only. The circuit shall be adjusted to reach the I_{peak} and I^2t values of Table A.1.

Compliance is checked by the following tests:

a) Overload

The relays are tested at 1,1 times the rated operational voltage and 1,25 times the rated current.

They are subjected to 200 operations at a uniform rate of

- 30 operations per minute if the rated current is less than 13 A;
- 15 operations per minute if the rated current is 13 A or more but is less than 25 A;
- 7,5 operations per minute if the rated current is 25 A or more.

The on period shall be 25 % of the total cycle and the off period 75 %.

b) Endurance

The relays are tested at rated operational voltage, with a tolerance of ± 5 %.

The number of operations is shown in Table A.3.

Table A.3 – Number of operations for endurance test

Rated current	Number of operations
Up to and including 16 A, for solid-state relay having a rated operational voltage not exceeding 250 V	40 000
Up to and including 16 A, for solid-state relay having a rated operational voltage exceeding 250 V	20 000
Over 16 A up to and including 50 A	10 000
Over 50 A	5 000

The rate of operation is the following:

- 30 operations per minute if the rated current is less than 13 A;
- 15 operations per minute if the rated current is 13 A or more but is less than 25 A;
- 7,5 operations per minute if the rated current is 25 A or more.

The on period shall be 25 % of the total cycle and the off period 75 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62314:2022

Annex B (informative)

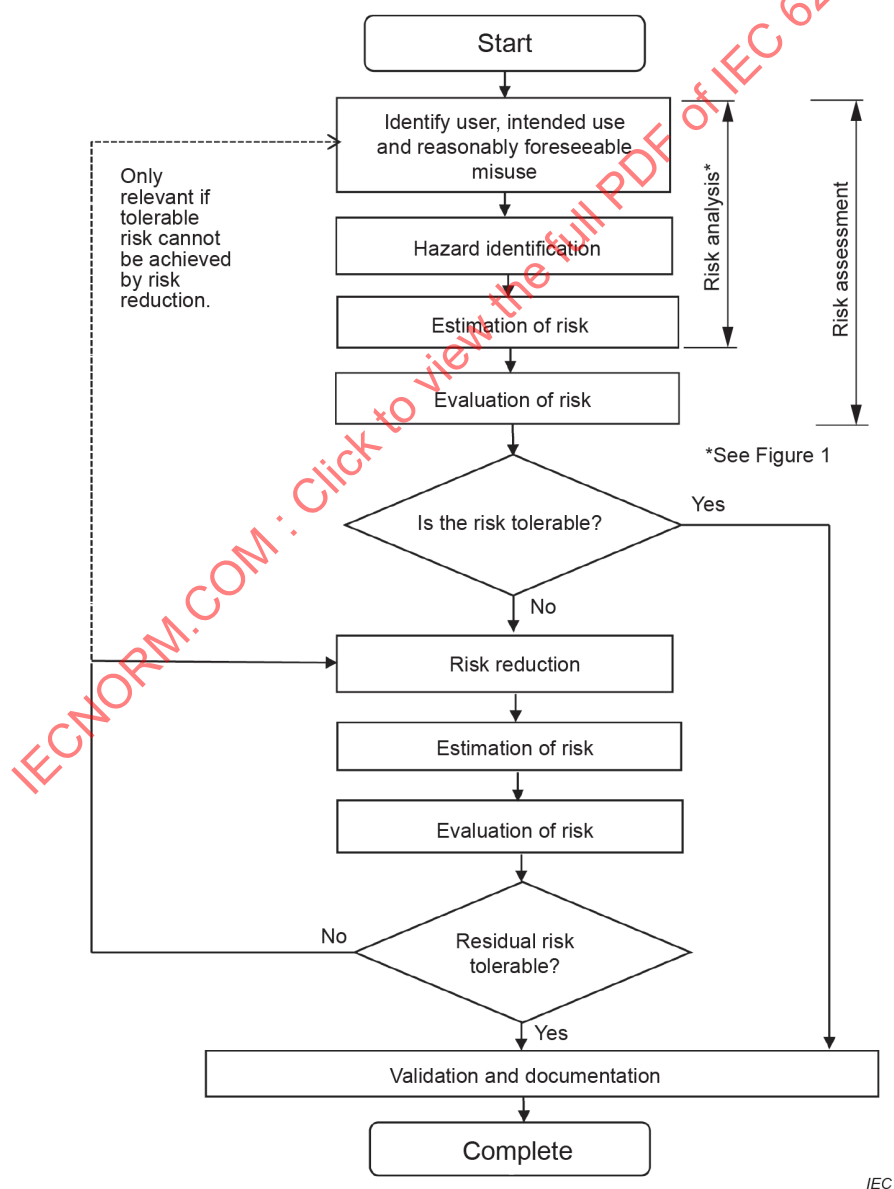
Risk assessment

B.1 General

A risk assessment process based on ISO/IEC Guide 51 is given below. Other risk assessment procedures are contained in ISO 12100, SEMI S10, IEC 61508 series, ISO 12100, and ANSI TR3. Other established procedures which implement similar steps can also be used.

B.2 Risk assessment procedure

Tolerable risk is achieved by the iterative process of risk assessment (risk analysis and risk evaluation) and risk reduction (see Figure B.1).



Is tolerable RISK achieved?

Figure B.1 – Iterative process of risk assessment and risk reduction

B.3 Achieving tolerable risk

The following procedure (see Figure B.1) should be used to reduce risks to a tolerable level:

- a) identify the likely user group(s) for the product, process, or service (including those with special needs and the elderly), and any known contact group (e.g. use or contact by children);
- b) identify the intended use and assess the reasonably foreseeable misuse of the product, process or service;
- c) identify each hazard (including any hazardous situation and harmful event) arising in all stages and conditions for the use of the product, process or service, including installation, maintenance, repair, and destruction or disposal;
- d) estimate and evaluate the risk (see Figure B.1) to each identified user/contact group arising from each hazard identified;
- e) judge whether the risk is tolerable (e.g. by comparison with similar products, processes or services);
- f) if the risk is not tolerable, reduce the risk until it becomes tolerable.

When reducing risks the order of priority should be as follows:

- 1) eliminate or reduce risks as far as possible (inherently safe design and construction);
- 2) take the necessary protection measures in relation to risks that cannot be eliminated (protection devices);
- 3) inform users of the remaining risk after design due to any shortcomings of the protection measures adopted, indicate whether any particular training is required, and specify any need to provide personal protection equipment (information for safety).

This procedure is based on the assumption that the user has a role to play in the risk reduction procedure by complying with the information provided with the product (see Figure B.2).

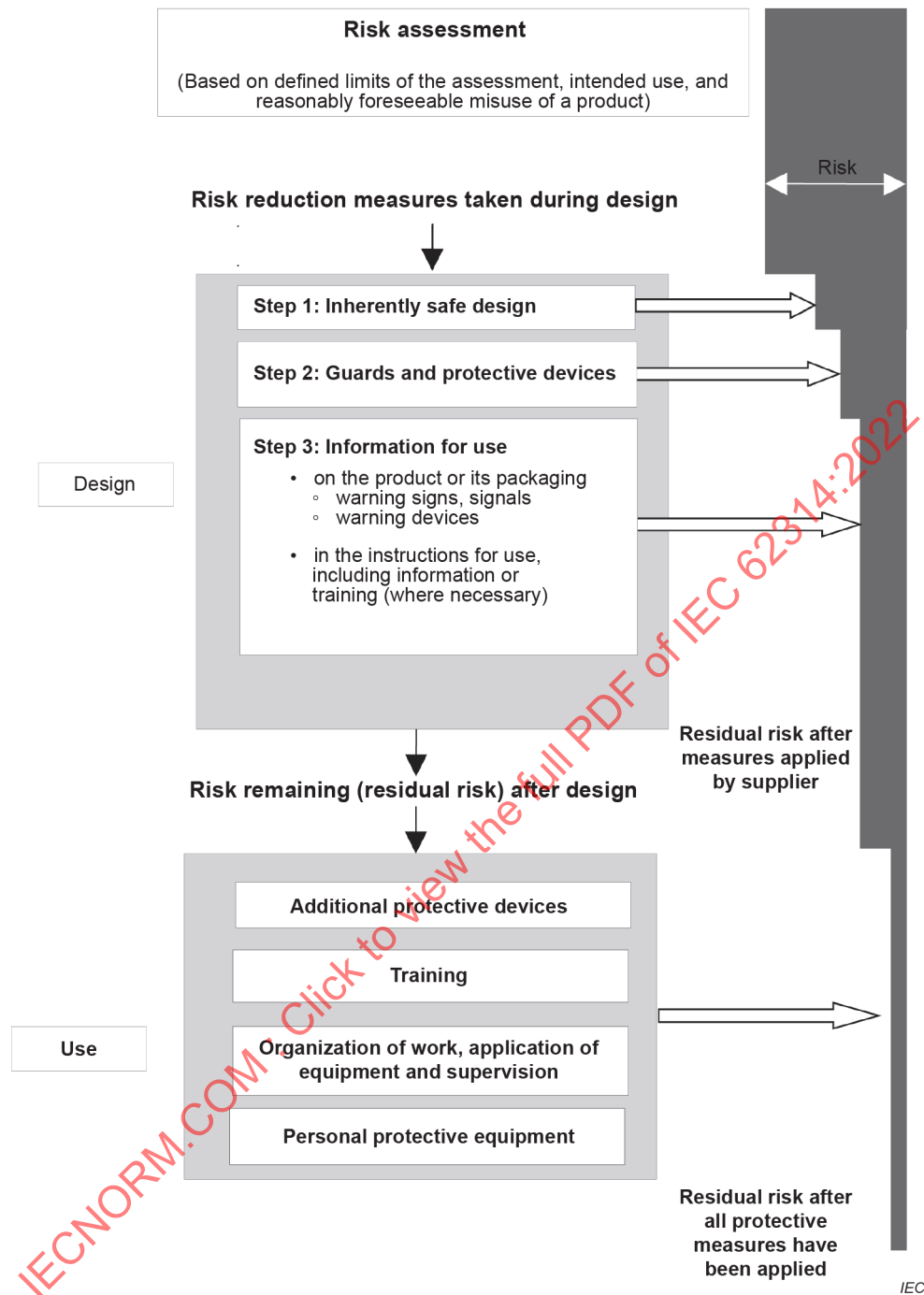


Figure B.2 – Risk reduction

The steps taken in the design procedure are shown in order of priority. The steps that shall be taken by the user are not in order of priority because this would depend on the application. It is emphasized that the additional protection devices, personal protection equipment and provision of information to users should not be used as substitutes for design improvements.

These steps/procedures shall be done for each component as well as for all components together (= device). The responsibility is clearly defined that for the component the responsibility shall be taken by the manufacturer. The responsibility for the assembled/complete device is on the side of the user (OEM or manufacturer/developer of the device).

For the solid-state relay as component, the considered hazards are given as examples in Table B.1. However, the users shall consider which failure modes are risky and take these or all within their risk consideration.

Table B.1 – Examples for the relation between failure mode, effects and hazard

Failure mode		Effects	Hazard
Failure to break		Output component (Triac, mosfet) shorted → Load stays uncontrolled, energized with low resistance	Load stays energized
		Output component (Triac, mosfet) partially shorted → Load stays uncontrolled, energized with unknown contact resistance	Worst case: Uncontrolled heating (overheating), ignition with flame if the power supply is not interrupted
Failure to make		Output component (Triac, mosfet) open	None
		Output component (Triac, mosfet) partially open	Worst case: Uncontrolled heating (overheating), ignition with flame if the power supply is not interrupted
Failure of supplementary insulation		Basic insulation shall remain	None, if this is a single failure event.
Failure of reinforced insulation (basic insulation shall remain)		Basic insulation shall remain	None, if this is a single failure event
Failure of functional insulation	Input	Part of the input circuit is shorted → solid-state relay will not work proper	Worst case: Uncontrolled heating (overheating), ignition with flame if the power supply is not interrupted
	Open circuit of switching element	There is still a leakage current there.	Worst case: Uncontrolled heating (overheating), ignition with flame if the power supply is not interrupted
Input circuit interruption		Solid-state relay will not work	None
Failure of basic insulation		There is no insulation or not sufficient level of insulation available	Worst case: Electrical shock

B.4 An application of risk assessment procedures (proposal for the user)

For hazards in the scope of this document, examples of severity of harm are given in Table B.2. Probability of harm is given in Table B.3. The risk category, which is selected based on severity and probability, is given in Table B.4.

Table B.2 – Severity of harm

Severity group	People	Equipment/facility
Catastrophic	One or more fatalities	Facility loss
Severe	Disabling injury/illness	Major system loss or facility damage
Moderate	Medical treatment or restricted work activity	Minor subsystem loss or facility damage
Minor	First aid only	Non-serious equipment or facility damage

Table B.3 – Probability of harm

Probability of harm					
Typical occurrence of failure modes (to be assessed by product and application)		Rate of occurrence			
		Frequent	Possible	Rare	Unlikely
Failure modes	Failure to break	X	X	X	X
	Failure to make			X	X
	Failure of supplementary insulation		X	X	X
	Failure of reinforced insulation (basic insulation shall remain)		X	X	X
	Failure of functional insulation		X	X	X
	Input circuit interruption			X	X
	Failure of basic insulation		X	X	X

Table B.4 – Risk category

Risk assessment/risk category					
Severity of harm		Probability of harm			
		Frequent	Possible	Rare	Unlikely
Severity	Catastrophic	3	3	2	2
	Severe	3	2	2	1
	Moderate	3	1	1	1
	Minor	2	1	1	1
Key	Category	Description			
1	Broadly acceptable	This fulfils the requirement for tolerable risk.			
2	As low as reasonably practicable	This does not automatically fulfil the requirement for tolerable risk. If possible, these risks should be reduced further to Category 1. If not possible, then the instructions should contain a description of the risk so that the responsible body can take appropriate steps to protect the safety of operators.			
3	Intolerable	This contains risks that are not tolerable risk.			

Annex C (normative)

Pollution degree

The pollution degree refers to the environmental conditions under which the solid-state relay shall operate.

For the immediate external environment of the solid-state relay, the following three pollution degrees are defined for the assessment of the clearances and creepage distances:

- Pollution degree 1: No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs. The pollution has no influence.
- Pollution degree 2: Only non-conductive pollution occurs except that occasionally a temporary conductivity caused by condensation is to be expected.
- Pollution degree 3: Conductive pollution occurs or dry non-conductive pollution occurs which becomes conductive due to condensation which is to be expected.

Solid-state relays are designed for pollution degree 2 unless otherwise specified.

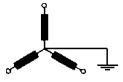
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62314:2022

Annex D

(normative)

Rated impulse withstand voltages

Table D.1 – Rated impulse withstand voltages (waveform: 1,2/50 μs) for solid-state relays connected directly to the mains

Nominal voltage of the supply system (mains) based upon IEC 60038				Voltage line-to-neutral derived from nominal voltages AC or DC up to and including	Rated impulse withstand voltage			
V					V			
					Overvoltage category			
					I	II	III	IV
AC RMS V	AC RMS V	AC RMS or DC V	AC RMS or DC V					
—	—		12,5, 24, 25, 30, 42, 48	50	330	500	800	1 500
66/115	66		60	100	500	800	1 500	2 500
120/208, 127/220	115, 120, 127	120 to 240	110, 120	150	800	1 500	2 500	4 000
220/380, 230/400, 240/415, 260/440, 277/480	220, 230, 240, 260, 277		220	300	1 500	2 500	4 000	6 000
347/600, 380/660, 400/690, 415/720, 480/830	347, 380, 400, 415, 440, 480, 500, 577, 600		480	600	2 500	4 000	6 000	8 000
—	660, 690, 720, 830, 1 000	1 000	—	1 000	4 000	6 000	8 000	12 000
				1 500	6 000	8 000	12 000	15 000
				2 000	8 000	12 000	15 000	18 000
				3 000	12 000	15 000	18 000	20 000
Remark: The descriptions of overvoltage categories below are for information. The actual overvoltage category to be considered shall be taken from the equipment standard defining the application of the solid-state relay. In special cases (particularly for existing designs), intermediate values derived by interpolation can be used.								
Overvoltage category I		Applies to equipment intended for connection to fixed installations of buildings, but where measures have been taken (either in the fixed installation or in the equipment) to limit transient overvoltages to the level indicated.						
Overvoltage category II		Applies to equipment intended for connection to fixed installations of buildings.						
Overvoltage category III		Applies to equipment in fixed installations, and for cases where a higher level of availability of the equipment is expected.						
Overvoltage category IV		Applies to equipment intended for use at or near the origin of the installation, from the main distributor towards the supply mains.						

Annex E (normative)

Tests for EMC

E.1 General

This annex states the EMC tests for solid-state relays where EMC tests are required.

For products falling within the scope of this annex, Table E.1 shows two sets of environmental conditions as:

- a) industrial environments;
- b) residential, commercial and light-industrial environments.

Table E.1 – Selection criteria for environmental conditions

	High emission	Low emission
Low immunity	Not allowed	Residential (b)
High immunity	Industrial (a)	All environments

Industrial examples of such equipment are switches in the power distribution network and equipment for industrial use with permanent connection to the power distribution network.

Solid-state relays shall be specified for industrial environments when one or more of the following is expected:

- industrial, scientific and medical (ISM) apparatus (as defined in CISPR 11);
- heavy inductive or capacitive loads that are frequently switched;
- high current levels associated magnetic fields.

E.2 EMC immunity

E.2.1 General

The EMC requirements have been selected to ensure a satisfactory immunity against electromagnetic disturbances of solid-state relays. Tests shall be carried out in accordance with the basic standards given in Clause E.2 and with the specified conditions of Table E.3 for industrial environments and Table E.4 for residential, commercial and light-industrial environments.

The behaviour of the solid-state relay submitted to the immunity tests shall be in accordance with the requirements in Table E.3 for industrial environments and Table E.4 for residential, commercial and light-industrial environments.

The tests are evaluated based on the performance criteria of the IEC 61000-4 series. The performance criteria for solid state relays evaluated according to this document are defined in detail in Table E.2.

Table E.2 – Specific performance criteria when electro-magnetic disturbances are present

Item	Performance criteria (performance during test)		
	A	B	C
Overall performance	No change of more than 5 % of present value of the output	Noticeable disturbances of more than 5 % of present value of the output, but self-recoverable	Noticeable disturbances of more than 5 % of present value the output. Not self-recoverable
Operation	No loss of performance within specified limits	Temporary change of output state allowed, shall self recover under steady state operation.	Temporary change of output state allowed, shall self-recover in the next switching cycle.

E.2.2 Electrostatic discharges

This test shall be performed according to Clause 7 and Clause 8 of IEC 61000-4-2:2008 with the values given in Table E.3 or Table E.4. See IEC 61000-4-2 for applicability of contact and/or air discharge tests.

E.2.3 Radiated radio-frequency electromagnetic fields

This test shall be performed according to Clause 7 and Clause 8 of IEC 61000-4-3:2020 with the values given in Table E.3 or Table E.4.

E.2.4 Electrical fast transients/bursts

This test shall be performed according to Clause 7 and Clause 8 of IEC 61000-4-4:2012 with the values given in Table E.3 or Table E.4. The test can be performed at repetition frequencies of 5 kHz.

E.2.5 Surges

This test shall be performed according to Clause 7 and Clause 8 of IEC 61000-4-5:2014 and IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017 with the values given in Table E.3 or Table E.4.

E.2.6 Conducted disturbances induced by radio-frequency fields

This test shall be performed according to Clause 7 and Clause 8 of IEC 61000-4-6:2013 with the values given in Table E.3 or Table E.4.

E.2.7 Immunity to power-frequency magnetic fields

Not applicable.

E.2.8 Voltage dips and voltage interruptions

This test shall be performed in accordance with Clause 7 and 8 of IEC 61000-4-11:2020 for solid state relays with a rated operational current less than 16 A and in accordance with IEC 61000-4-34 for solid state relays with a rated operational current higher than 16 A.

E.2.9 Summary of immunity test conditions

Table E.3 and Table E.4 summarize the test conditions and requirements of immunity tests. The configuration and mode of operation during the tests shall be precisely noted in the test report. For each test, the respective test level shall be stated.

Table E.3 – Immunity tests for industrial environments

Type of test	Test level required	Performance criteria
Electrostatic discharge IEC 61000-4-2	±8 kV / air discharge enclosure port and ±4 kV / contact discharge enclosure port	B
Radiated radio-frequency electromagnetic field, IEC 61000-4-3 80 MHz to 1 GHz 1,4 GHz to 6 GHz	10 V/m enclosure port 3 V/m enclosure port	A
Electrical fast transient/burst ^e IEC 61000-4-4	±2 kV AC, DC power port ±1 kV control port using the capacitive coupling clamp ^a 5 kHz or 100 kHz repetition frequency	B
Surges (1,2/50 µs to 8/20 µs) ^f IEC 61000-4-5	±2 kV required for AC power ports (line to earth) ±1 kV required for control port, DC power ports (line to earth) ±1 kV required for AC power ports (line to line) ±0,5 kV required for DC power ports (line to line)	B
Conducted disturbances induced by radio-frequency fields at 150 kHz to 80 MHz IEC 61000-4-6	10 V control ports, AC/DC power ports	A
Immunity to power-frequency magnetic fields IEC 61000-4-8 ^c	Not applicable	A
Voltage dips ^g IEC 61000-4-11	Class 3 ^d 0 % residual voltage during 1 cycle AC power ports	B
	40 % residual voltage during 10/12 ^b cycles AC power ports	C
	70 % residual voltage during 25/30 ^b cycles AC power ports	
Voltage interruptions ^g IEC 61000-4-11 for rated operational current ≤ 16 A IEC 61000-4-34 for rated operational current > 16 A	0 % residual voltage during 250/300 ^b cycles AC power ports ^d	C
^a ±2 kV direct when control port is connected to the power supply during the test. ^b The value in front of the slash mark (/) is for 50 Hz and the value behind for 60 Hz tests. ^c Equipment susceptible to power frequency magnetic fields as declared by the manufacturer, shall be tested with 30 A/m (50 Hz, 60 Hz). ^d Class 3 applies to points of common coupling and in-plant points of common coupling in the industrial environment in general. ^e Control ports – applicable only to ports interfacing with cables whose total length according to the manufacturer's functional specification may exceed 3 m. ^f Applicable also to control ports interfacing with cables whose total length according to the manufacturer's functional specifications may exceed 30 m. ^g If the functional interruption times are different from the required test level, this shall be acceptable and noted in the test report.		

Table E.4 – Immunity tests for residential, commercial and light-industrial environments

Type of test	Test level required	Performance criteria
Electrostatic discharge IEC 61000-4-2	±8 kV / air discharge enclosure port and ± 4kV / contact discharge enclosure port	B
Radiated radio-frequency electromagnetic field, IEC 61000-4-3 80 MHz to 1 GHz 1,4 GHz to 6 GHz	3 V/m enclosure port 3 V/m enclosure port	A
Electrical fast transient/burst ^e IEC 61000-4-4	±1 kV AC power port ±0,5 kV DC power port ±0,5 kV control port using the capacitive coupling clamp ^a	B
Surges (1,2/50 µs to 8/20 µs) ^f IEC 61000-4-5	±2 kV required for AC power ports (line to earth) ^d ±1 kV required for DC power ports (line to earth) ^d ±1 kV required for AC power ports (line to line) ±0,5 kV required for DC power ports (line to line)	B
Conducted disturbances induced by radio-frequency fields at 150 kHz to 80 MHz IEC 61000-4-6	3 V RMS control ports, AC/DC power ports	A
Immunity to power-frequency magnetic fields IEC 61000-4-8 ^b	Not applicable	A
Voltage dips ^c IEC 61000-4-11	0 % residual voltage during 1 cycle AC power ports	B
	70 % residual voltage during 25/30 ^d cycles AC power ports	C
Voltage interruptions ^c IEC 61000-4-11 for rated operational current ≤ 16 A IEC 61000-4-34 for rated operational current > 16 A	0 % residual voltage during 250/300 ^d cycles AC power ports	C
^a ± 1 kV direct when control port is connected to the power supply during the test. ^b Equipment susceptible to power frequency magnetic fields as declared by the manufacturer, shall be tested with 3 A/m (50 Hz, 60 Hz). ^c If the functional interruption times are different from the required test level, this shall be acceptable and noted in the test report. ^d The value in front of the slash mark (/) is for 50 Hz and the value behind for 60 Hz tests. ^e Control ports – applicable only to ports interfacing with cables whose total length according to the manufacturer's functional specification may exceed 3 m. ^f Applicable also to control ports interfacing with cables whose total length according to the manufacturer's functional specifications may exceed 30 m.		

E.3 EMC radiated and conducted emission

E.3.1 General

The requirements of 14.3 apply.

E.3.2 Conducted radio-frequency emission tests

The description of the test, the test method and the test set-up are given in Clause 7 of CISPR 11:2015 and CISPR 11:2015/AMD1:2016. To pass the test, the equipment shall not exceed the levels given in Table E.5.

Table E.5 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission (for control supply input)

Frequency band MHz	Environment A dB(μV)	Environment B dB(μV)
0,15 to 0,5	79 quasi-peak 66 average	66 to 56 quasi-peak 56 to 46 average (decrease with log of frequency)
0,5 to 5	73 quasi-peak 60 average	56 quasi-peak 46 average
5 to 30	73 quasi-peak 60 average	60 quasi-peak 50 average
NOTE Limits in accordance with CISPR 11:2015 and CISPR 11:2015/AMD1:2016, Group 1 for load input ports and total rated power less than 20 kVA. For above 20k VA, refer to Table 12 of IEC 60947-4-3:2020.		

E.3.3 Radiated radio-frequency emission tests

The description of the test, the test method and the test set-up are given in Clause 7 of CISPR 11:2015 and CISPR 11:2015/AMD1:2016.

The emission shall not exceed the levels given in Table E.6.

Table E.6 – Radiated emission test limits

Frequency range MHz	Environment A ^a Quasi-peak dB (μV)			Environment B ^a Quasi-peak dB (μV)	
	at 30 m	at 10 m	at 3 m	at 10 m	at 3 m
30 to 230	30	40	50	30	40
230 to 1 000	37	47	57	37	47
^a Tests can be carried out at 3 m distance only to small equipment (equipment, either positioned on a table top or standing on the floor which, including its cables, fits in a cylindrical test volume of 1,2 m in diameter and 1,5 m above the ground plane).					

Bibliography

IEC 60050-195, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-212, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 212: Electrical insulating solids, liquids and gases* (available at www.electropedia.org)

IEC 60947 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear*

IEC 60947-4-3:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-3: Contactors and motor-starters – Semiconductor controllers and semiconductor contactors for non-motor loads*

IEC 61000-4 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-X: Testing and measurement techniques*

IEC 61058 (all parts), *Switches for appliances*

IEC 61058-1:2016, *Switches for appliances – Part 1: General requirements*

IEC 61810-7:2006, *Electromechanical elementary relays – Part 7: Test and measurement procedures*

ISO/IEC Guide 51:2014, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

ISO 12100:2010, *Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

ISO 14971, *Medical devices – Application of risk management to medical devices*

ANSI B11.TR3, *Risk Assessment and Risk Reduction – A Guide to Estimate, Evaluate and Reduce Risks Associated with Machine Tools*

SEMI S10-0307, *Safety Guideline for Risk Assessment and Risk Evaluation Process*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	57
1 Domaine d'application	59
2 Références normatives	60
3 Termes et définitions	62
3.1 Termes et définitions relatifs aux relais	62
3.2 Termes et définitions relatifs à la coordination de l'isolement (voir l'Article 11)	66
4 Caractéristiques des relais statiques	69
5 Valeurs assignées	69
5.1 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits de sortie et de la coordination de l'isolement	69
5.2 Catégorie de charge	70
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits de commande	71
5.4 Profil de courant de surcharge	72
5.5 Conditions normales de service, de transport et de stockage	72
5.5.1 Température ambiante	72
5.5.2 Conditions atmosphériques	72
5.6 Conditions normales de montage	72
6 Dispositions relatives aux essais	72
6.1 Essai de type	72
6.2 Essai individuel de série	73
7 Documentation et marquage	74
7.1 Données	74
7.2 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	75
7.3 Marquage	75
8 Echauffement	76
8.1 Généralités	76
8.2 Conditions d'essai	76
9 Fonction d'utilisation de base	76
9.1 Mesurage du courant de fuite à l'état bloqué	76
9.2 Mesurage de la chute de tension à l'état passant	76
10 Endurance électrique	77
10.1 Essai de surcharge	77
10.1.1 Généralités	77
10.1.2 Procédure d'essai d'aptitude en surcharge	78
10.2 Essai d'endurance	79
10.3 Vérification	79
11 Distances d'isolement et lignes de fuite	81
11.1 Généralités	81
11.2 Règles de base pour la coordination de l'isolement	81
11.2.1 Principes de base	81
11.2.2 Tension assignée de tenue aux chocs	81
11.2.3 Matériaux isolants	81
11.3 Exigences et règles de dimensionnement	82
11.3.1 Dimensionnement des distances d'isolement	82
11.3.2 Dimensionnement des lignes de fuite	83

11.3.3	Exigences relatives aux matériaux isolants solides	85
11.4	Essais et mesurages	85
11.4.1	Essais	85
11.4.2	Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement	85
11.4.3	Essais électriques de l'isolation solide	85
11.5	Autres méthodes d'essai	86
12	Bornes	87
12.1	Bornes à connexion rapide	87
12.1.1	Objectif	87
12.1.2	Valeurs recommandées	87
12.1.3	Exigences	87
12.2	Organes de serrage à vis et sans vis	88
12.3	Bornes à souder – Résistance à la chaleur de soudage	88
12.3.1	Généralités	88
12.3.2	Broches à souder	88
12.3.3	Bornes pour montage en surface (CMS)	89
12.3.4	Autres bornes à souder (cosses à souder par exemple)	89
12.4	Embases	89
13	Résistance à la chaleur et au feu	90
13.1	Matériaux	90
13.2	Essai au fil incandescent	90
13.3	Essai à la bille	91
14	Compatibilité électromagnétique (CEM)	91
14.1	Généralités	91
14.2	Immunité	91
14.3	Emission	92
Annexe A (normative) Essai des relais statiques destinés aux charges du type lampes à ballast intégré		93
Annexe B (informative) Appréciation du risque		96
B.1	Généralités	96
B.2	Procédure d'appréciation du risque	96
B.3	Obtention du risque tolérable	97
B.4	Application des procédures d'appréciation du risque (proposition pour l'utilisateur)	99
Annexe C (normative) Degré de pollution		101
Annexe D (normative) Tensions assignées de tenue aux chocs		102
Annexe E (normative) Essais relatifs à la CEM		104
E.1	Généralités	104
E.2	Immunité CEM	104
E.2.1	Généralités	104
E.2.2	Décharges électrostatiques	105
E.2.3	Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	105
E.2.4	Transitoires électriques rapides en salves	105
E.2.5	Ondes de choc	105
E.2.6	Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques	105
E.2.7	Immunité aux champs magnétiques à la fréquence du réseau	105
E.2.8	Creux de tension et coupures de tension	105
E.2.9	Résumé des conditions pour les essais d'immunité	106

E.3 Emissions rayonnées et conduites pour la CEM.....	108
E.3.1 Généralités.....	108
E.3.2 Essais pour les émissions conduites aux fréquences radioélectriques	108
E.3.3 Essais pour les émissions rayonnées aux fréquences radioélectriques	109
Bibliographie.....	110
Figure A.1 – Schéma du circuit d'essai du relais statique.....	93
Figure B.1 – Processus itératif d'appréciation et de réduction du risque.....	96
Figure B.2 – Réduction du risque.....	98
Tableau 1 – Catégories de charge	71
Tableau 2 – Essais de type.....	73
Tableau 3 – Essais individuels de série	74
Tableau 4 – Données exigées.....	74
Tableau 5 – Exigences minimales pour les conditions d'essai d'aptitude en surcharge	77
Tableau 6 – Essai d'endurance	80
Tableau 7 – Distances d'isolement minimales	83
Tableau 8 – Lignes de fuite minimales pour les relais statiques	84
Tableau 9 – Préconditionnement.....	86
Tableau 10 – Sections des conducteurs en fonction du courant résistif transporté par la borne.....	88
Tableau 11 – Conditions de l'essai Tb	89
Tableau A.1 – Valeurs de $I_{crête}$ et I^2t en fonction du type de réseau de distribution.....	94
Tableau A.2 – Paramètres calculés du circuit.....	94
Tableau A.3 – Nombre de manœuvres pour un essai d'endurance	95
Tableau B.1 – Exemples de relation entre mode de défaillance, conséquences et danger	99
Tableau B.2 – Gravité d'un dommage	100
Tableau B.3 – Probabilité de survenue d'un dommage.....	100
Tableau B.4 – Catégorie de risque.....	100
Tableau D.1 – Tensions assignées de tenue aux chocs (forme d'onde: 1,2/50 µs) pour les relais statiques directement raccordés au réseau	102
Tableau E.1 – Critères de choix pour les conditions d'environnement	104
Tableau E.2 – Critères de performance spécifiques en présence de perturbations électromagnétiques.....	105
Tableau E.3 – Essais d'immunité en environnement industriel	106
Tableau E.4 – Essais d'immunité en environnement résidentiel, commercial et industriel léger.....	107
Tableau E.5 – Limites de tension perturbatrice aux bornes pour les émissions conduites aux fréquences radioélectriques (pour l'entrée d'alimentation du circuit de commande).....	108
Tableau E.6 – Limites des essais pour les émissions rayonnées.....	109

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RELAIS STATIQUES – EXIGENCES DE SÉCURITÉ

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 62314 a été établie par le comité d'études 94 de l'IEC: Relais électriques de tout-ou-rien. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2006. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) ajout de catégories de charge pour les charges pour courant continu;
- b) ajout d'une catégorie de charge pour les charges du type lampes à ballast intégré;
- c) ajout de la connexion "embase";
- d) mise à jour des références;
- e) introduction de l'exigence de CEM;
- f) réorganisation de l'ensemble du document.

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

Projet	Rapport de vote
94/670/FDIS	94/701/RVD

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

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

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

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

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62314:2022

RELAIS STATIQUES – EXIGENCES DE SÉCURITÉ

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique à des relais électriques de tout-ou-rien particuliers appelés "relais statiques", destinés à exécuter des manœuvres électriques par des changements de fonction en une seule étape entre les états bloqué et passant des circuits électriques, et inversement.

Le présent document traite des relais statiques qui sont destinés à être incorporés dans d'autres produits ou équipements. En tant que tel, les relais statiques sont assimilés à des composants et le présent document définit les exigences de base liées à la sécurité ainsi que les exigences fonctionnelles des relais statiques en tant que composants autonomes.

De tels relais statiques sont intégrés dans des produits ou équipements qui se conforment eux-mêmes à la ou aux normes de produit et/ou d'application correspondantes afin de satisfaire à l'application prévue.

NOTE Ces applications peuvent par exemple être:

- les équipements industriels en général;
- les installations électriques;
- les machines électriques;
- les appareils électriques;
- les communications bureautiques;
- l'automatisation des bâtiments et le contrôle de l'environnement;
- l'automatisation et la commande des processus;
- l'électrotechnique;
- le génie médical;
- les télécommunications;
- le génie automobile;
- le génie des transports;
- la commande des éclairages.

Relais statique utilisé en qualité d'appareillage:

Lorsque le relais statique est spécifié comme un appareillage, avec une fonction pour l'utilisateur final, les exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM) sont données dans le présent document.

Relais statique utilisé en qualité de composant:

Aucune exigence de CEM ne s'applique aux relais statiques destinés à être intégrés dans l'équipement par le fabricant de l'équipement en question, car les performances dépendent fortement de l'application dans cet équipement.

Le présent document a pour objet de définir:

- les caractéristiques des relais statiques;
- les exigences auxquelles se conforment les relais statiques au regard:
 - a) de la sécurité électrique;
 - b) de leur fonctionnement et de leur comportement;
 - c) de leurs propriétés diélectriques;
 - d) de la CEM;
- les essais vérifiant que les exigences ont été satisfaites, et les méthodes d'essai à adopter;
- les informations à faire figurer sur le relais statique ou dans la documentation du produit.

Les dispositifs de commutation statiques à structures monolithiques relèvent du domaine d'application du sous-comité 47E de l'IEC et ne sont pas couverts par le présent document.

Les gradateurs et les contacteurs à semiconducteurs relèvent du domaine d'application de la série de normes IEC 60947 développées par le sous-comité 121A de l'IEC et ne sont pas couverts par le présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60038:2009, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60050-444:2002, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) – Partie 444: Relais élémentaires* (disponible sous www.electropedia.org)

IEC 60068-2-1:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-14:2009, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-20:2021, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essais Ta et Tb: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

IEC 60068-2-78:2012, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60112:2020, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60664-3:2016, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60669-1:2017, *Interrupteurs pour installations électriques fixes domestiques et analogues – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60695-2-11:2021, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis (GWEPT)*

IEC 60695-2-12:2021, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI) pour matériaux*

IEC 60695-10-2:2014, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-2: Chaleurs anormales – Essai à la bille*

IEC 60747-5-5:2020, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 5-5: Dispositifs optoélectroniques – Photocoupleurs*

IEC 60999-1:1999, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 35 mm² (inclus)*

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3:2020, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

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

IEC 61000-4-5:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*
IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017

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

IEC 61000-4-8:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-11:2020, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour les appareils à courant d'entrée inférieur ou égal à 16 A par phase*

IEC 61000-4-34:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-34: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour matériel ayant un courant d'alimentation de plus de 16 A par phase*
IEC 61000-4-34:2005/AMD1:2009

IEC 61180:2016, *Techniques des essais à haute tension pour matériel à basse tension – Définitions, exigences et modalités relatives aux essais, matériel d'essai*

IEC 61210:2010, *Dispositifs de connexion – Bornes plates à connexion rapide pour conducteurs électriques en cuivre – Exigences de sécurité*

IEC 61760-1:2020, *Technique du montage en surface – Partie 1: Méthode normalisée pour la spécification des composants montés en surface (CMS)*

IEC 61810-1:2015, *Relais électromécaniques élémentaires – Partie 1: Exigences générales et de sécurité*

IEC 61810-1:2015/AMD1:2019

IEC 61984:2008, *Connecteurs – Exigences de sécurité et essais*

IEC 62368-1:2018, *Équipements des technologies de l'audio/vidéo, de l'information et de la communication – Partie 1: Exigences de sécurité*

IEC TS 62993:2017, *Guidance for determination of clearances, creepage distances and requirements for solid insulation for equipment with a rated voltage above 1 000 V AC and 1 500 V DC, and up to 2 000 V AC and 3 000 V DC* (disponible en anglais seulement)

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 11:2015/AMD2:2019

CISPR 32:2015, *Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'émission*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-444 ainsi que les suivants s'appliquent.

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

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Termes et définitions relatifs aux relais

3.1.1

relais électrique

appareil destiné à produire des modifications soudaines et prédéterminées dans un ou plusieurs circuits de sortie, lorsque certaines conditions sont remplies dans les circuits électriques d'entrée assurant la commande de l'appareil

[SOURCE: IEC 60050-444:2002, 444-01-01]

3.1.2

relais statique

relais électrique dans lequel la réponse prévue est produite par des composants électroniques, magnétiques, optiques ou autres, sans déplacement mécanique

[SOURCE: IEC 60050-444:2002, 444-01-06]

3.1.3

tension assignée d'emploi

U_e

valeur de la tension qui détermine l'application du relais statique et à laquelle les essais pertinents et les catégories de charge sont rapportés

3.1.4**tension assignée d'isolement** U_i

valeur de tension à laquelle les essais diélectriques et les lignes de fuite sont rapportés

3.1.5**tension assignée de tenue aux chocs** U_{imp}

valeur de crête d'une tension de choc de forme et de polarité prescrites à laquelle le relais statique est capable de résister sans défaillance dans les conditions d'essai spécifiées, et à laquelle les valeurs des distances d'isolement sont rapportées

3.1.6**état passant**

condition spécifiée du relais statique lorsque le semiconducteur de sortie est à l'état conducteur

3.1.7**état bloqué**

condition spécifiée du relais statique lorsque le semiconducteur de sortie est à l'état d'isolement (non conducteur)

3.1.8**élément normalement ouvert**

élément de commutation qui est à l'état passant lorsque le relais statique est dans son état de travail et qui est à l'état bloqué lorsque le relais statique est dans son état de repos

3.1.9**élément normalement fermé**

élément de commutation qui est à l'état bloqué lorsque le relais statique est dans son état de travail et qui est à l'état passant lorsque le relais statique est dans son état de repos

3.1.10**courant assigné d'emploi** I_e

courant d'emploi normal lorsque le relais statique est à l'état passant et tient compte de la fréquence assignée (voir 5.1), de la catégorie de charge (voir 5.2) et des caractéristiques de surcharge à une température ambiante de 40 °C, sauf spécification contraire

3.1.11**courant permanent assigné** I_u

valeur de courant spécifiée que le relais statique peut supporter en service ininterrompu

3.1.12**fréquence assignée**

fréquence d'alimentation pour laquelle un relais statique est conçu et à laquelle correspondent les autres valeurs caractéristiques

Note 1 à l'article: Un même relais statique peut se voir attribuer un certain nombre de fréquences assignées ou une plage de telles fréquences, ou il peut être spécifié à la fois en courant alternatif et en courant continu.

3.1.13**profil de courant de surcharge**

profil qui donne les coordonnées temps/courant pour les courants de surcharge contrôlés

3.1.14

aptitude au fonctionnement

propriété qui exprime les aptitudes combinées:

- d'établissement et de maintien à l'état passant et de conduction du courant, et
- d'établissement et de maintien à l'état bloqué (blocage),

sous la tension assignée d'emploi maximale dans des conditions spécifiées de charge et de surcharge correspondant à la catégorie de charge, au profil de courant de surcharge et aux cycles de service spécifiés

3.1.15

courant assigné de court-circuit conditionnel

valeur spécifiée du courant présumé de court-circuit que le relais statique, protégé par un dispositif spécifié de protection contre les courts-circuits, peut supporter de façon satisfaisante pendant la durée de fonctionnement de ce dispositif dans les conditions d'essai spécifiées dans la norme de produit correspondante

3.1.16

courant de fuite

I_f

courant maximal spécifié (valeur de crête ou valeur efficace pour un courant alternatif) traversant le circuit de sortie à l'état bloqué

3.1.17

chute de tension à l'état passant

U_d

tension maximale spécifiée (valeur de crête ou valeur efficace pour un courant alternatif) entre les bornes de sortie à l'état passant

3.1.18

résistance à l'état passant

R_{on}

valeur maximale spécifiée de la résistance, entre les bornes de sortie à l'état passant

3.1.19

puissance consommée

P_s

valeur de la puissance totale consommée par le circuit de commande et/ou le circuit d'alimentation, le cas échéant

3.1.20

tension assignée du circuit de commande

U_c

valeur assignée de la tension du signal de commande

3.1.21

courant assigné du circuit de commande

I_c

valeur assignée du courant du circuit de commande

3.1.22

tension d'alimentation assignée du circuit de commande

U_s

valeur assignée de la tension d'alimentation du circuit de commande

3.1.23**fonctionner**

passer de l'état bloqué à l'état passant (ou inversement pour un élément normalement fermé)

3.1.24**relâcher**

passer de l'état passant à l'état bloqué (ou inversement pour un élément normalement fermé)

3.1.25**tension de relâchement**

valeur de la tension du signal de commande pour laquelle un relais statique est passé à l'état bloqué (ou à l'état passant pour un élément normalement fermé)

Note 1 à l'article: Le terme "tension de blocage" a été utilisé dans la précédente édition.

3.1.26**tension de fonctionnement**

valeur de la tension du signal de commande pour laquelle un relais statique est passé à l'état passant (ou à l'état bloqué pour un élément normalement fermé)

Note 1 à l'article: Le terme "tension de déblocage" a été utilisé dans la précédente édition.

3.1.27**courant de relâchement**

valeur du courant du signal de commande pour laquelle un relais statique est passé à l'état bloqué (ou à l'état passant pour un élément normalement fermé)

Note 1 à l'article: Le terme "courant de blocage" est utilisé en synonyme.

3.1.28**courant de fonctionnement**

valeur du courant du signal de commande pour laquelle un relais statique est passé à l'état passant (ou à l'état bloqué pour un élément normalement fermé)

Note 1 à l'article: Le terme "courant de déblocage" est utilisé en synonyme.

3.1.29**marquage**

identification d'un relais statique qui permet l'indication non ambiguë de ses paramètres électriques, dimensionnels et fonctionnels

3.1.30**conception existante**

conception déjà approuvée par l'édition précédente du présent document

3.1.31**essai de type**

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée, afin de vérifier que la conception satisfait à des spécifications données

3.1.32**essai individuel de série**

essai auquel est soumis chaque dispositif en cours et/ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis

3.1.33**essai sur prélèvement**

essai effectué sur un certain nombre de dispositifs prélevés au hasard dans un lot

3.1.34

température ambiante

température spécifiée pour l'air entourant le relais statique dans certaines conditions, lorsque le relais statique est monté comme spécifié

3.1.35

valeur assignée

valeur d'une grandeur, utilisée à des fins de spécification, correspondant à un ensemble spécifique de conditions de fonctionnement

[SOURCE: IEC 60050-444:2002, 444-02-18, modifiée – suppression de "d'un composant, dispositif, matériel ou système" à la fin de la définition.]

3.1.36

valeur d'essai

valeur d'une grandeur pour laquelle le relais statique doit effectuer une opération spécifiée au cours d'un essai

[SOURCE: IEC 60050-444:2002, 444-02-20, modifiée – ajout de "statique".]

3.2 Termes et définitions relatifs à la coordination de l'isolement (voir l'Article 11)

3.2.1

partie conductrice

partie capable de conduire du courant électrique, bien qu'elle puisse être utilisée à d'autres fins

3.2.2

partie active

conducteur ou partie conductrice destiné à être sous tension en service normal, y compris le conducteur de neutre, mais par convention, excepté le conducteur PEN

Note 1 à l'article: Un conducteur PEN assure à la fois les fonctions de conducteur de mise à la terre de protection et de conducteur neutre.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-19, modifiée – reformulation de la définition et ajout d'une nouvelle Note 1 à l'article.]

3.2.3

distance d'isolement

plus petite distance dans l'air entre deux parties conductrices

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.4]

3.2.4

ligne de fuite

distance la plus courte, le long de la surface d'un matériau isolant, entre deux parties conductrices

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.5, modifié – remplacement de "isolant solide" par "isolant".]

3.2.5

isolation fonctionnelle

isolation entre parties conductrices qui est uniquement nécessaire au bon fonctionnement du matériel

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.29]

3.2.6**isolation solide**

matériau isolant solide interposé entre deux parties conductrices

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.6, modifié – reformulation de la définition.]

3.2.7**isolation principale**

isolation des parties actives dangereuses qui assure la protection principale contre les chocs électriques

Note 1 à l'article: L'isolation principale ne comprend pas nécessairement l'isolation exclusivement utilisée à des fins fonctionnelles.

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.30, modifié – ajout de "contre les chocs électriques" dans la définition et ajout de la Note 1 à l'article.]

3.2.8**isolation supplémentaire**

isolation indépendante utilisée en plus de l'isolation principale afin d'assurer une protection contre les chocs électriques en cas de défaillance de l'isolation principale

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.31, modifié – remplacement de "en tant que protection en cas de défaut" par "afin d'assurer une protection contre les chocs électriques en cas de défaillance de l'isolation principale".]

3.2.9**double isolation**

isolation comprenant à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.32]

3.2.10**isolation renforcée**

isolation des parties actives dangereuses assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à celui d'une double isolation

Note 1 à l'article: L'isolation renforcée peut comporter plusieurs couches qui ne peuvent pas être soumises à l'essai séparément en tant qu'isolation principale ou isolation supplémentaire.

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.33]

3.2.11**surtension**

toute tension ayant une valeur de crête dépassant la valeur de crête correspondante de la tension maximale en régime établi dans les conditions normales de fonctionnement

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.11, modifié – remplacement de "tension locale" par "tension".]

3.2.12**catégorie de surtension**

chiffre définissant une condition de surtension transitoire

Note 1 à l'article: Les catégories de surtension I, II, III, IV sont utilisées, voir 4.3.2 de l'IEC 60664-1:2020.

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.20]

3.2.13

pollution

tout apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux, qui peut entraîner une réduction de la rigidité diélectrique ou de la résistivité de la surface de l'isolation

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.24, modifié – remplacement de "condition" par "apport", et de "qui peut affecter la rigidité diélectrique ou la résistivité de surface" par "qui peut entraîner une réduction de la rigidité diélectrique ou de la résistivité de la surface de l'isolation".]

3.2.14

microenvironnement

environnement immédiat de l'isolation qui influence en particulier le dimensionnement des lignes de fuite

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.23, modifié – la définition a été reformulée.]

3.2.15

macroenvironnement

environnement de la pièce ou de tout autre endroit dans lequel le matériel est installé ou utilisé

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.22]

3.2.16

degré de pollution

chiffre caractérisant la pollution prévue du microenvironnement

Note 1 à l'article: Les degrés de pollution 1, 2 et 3 sont utilisés, voir l'Annexe C.

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.25, modifié – ajout de la Note 1 à l'article.]

3.2.17

protection de type 1

protection contre la pollution par l'utilisation d'un revêtement, d'un empotage ou d'un moulage, en presumant un degré de pollution 1 sous la protection

Note 1 à l'article: Les exigences et les essais sont donnés dans l'IEC 60664-3.

Note 2 à l'article: Le degré de pollution 1 est spécifié dans l'Annexe C.

3.2.18

cheminement

dégradation progressive d'un matériau d'isolation solide par des décharges locales formant des chemins conducteurs ou partiellement conducteurs

Note 1 à l'article: Le cheminement est causé habituellement par une contamination superficielle.

[SOURCE: IEC 60050-212:2010, 212-11-56, modifiée – la définition a été reformulée.]

3.2.19

indice de résistance au cheminement

IRC

valeur numérique de la tension maximale, exprimée en volts, qu'un matériau peut supporter sans cheminement dans des conditions d'essai spécifiées

[SOURCE: IEC 60050-212:2010, 212-11-59, modifiée – suppression de "et sans apparition de flammes persistantes".]

4 Caractéristiques des relais statiques

Les relais statiques conformes au présent document sont généralement classés en fonction:

- du nombre de pôles;
- du type de pôle;
- du type d'élément de commutation;
- du type de circuit de commande;
- des valeurs assignées et des valeurs limites des circuits de sortie (voir 5.1);
- de la catégorie de charge (voir 5.2);
- des valeurs assignées et des valeurs limites des circuits de commande (voir 5.3);
- du relais statique utilisé en qualité d'appareillage: composant destiné à être incorporé dans le matériel par l'utilisateur final (par exemple, spécifié pour un montage dans une armoire de commande);
- du relais statique utilisé comme composant: composant de base à incorporer dans le matériel et non destiné à être accessible par l'utilisateur final (par exemple, un composant pour un montage sur une carte à circuit imprimé (PCB, Printed Circuit Board)).

NOTE 1 Le "type de pôle" est destiné à spécifier un élément normalement ouvert ou normalement fermé dans un circuit de sortie.

NOTE 2 Le "type d'élément de commutation" est destiné à spécifier le type de semiconducteur, tel que des transistors ou des thyristors.

NOTE 3 Le "type de circuit de commande" est destiné à préciser le type de circuit de commande, tel qu'une commande en tension ou en courant.

5 Valeurs assignées

5.1 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits de sortie et de la coordination de l'isolement

Les valeurs assignées et les valeurs limites établies pour les relais statiques doivent être déclarées conformément à ce qui suit, mais les valeurs applicables ne doivent être vérifiées par des essais que lorsque le présent document l'exige.

a) Tensions assignées

- Tension assignée d'emploi (U_e).
- Tension assignée d'isolement (U_i).

En aucun cas, la valeur la plus élevée de la tension assignée d'emploi ne doit dépasser celle de la tension assignée d'isolement.

NOTE 1 Lorsqu'aucune tension assignée d'isolement n'est spécifiée pour un relais statique, la valeur la plus élevée de la tension assignée d'emploi est considérée comme étant la tension assignée d'isolement.

- Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}).

La tension assignée de tenue aux chocs d'un relais statique doit être supérieure ou égale aux valeurs déclarées pour les surtensions transitoires apparaissant dans le circuit dans lequel le relais statique est incorporé.

- Tension minimale de fonctionnement ou plage de tensions assignées de fonctionnement, le cas échéant.
- Chute de tension à l'état passant (U_d).

b) Courants assignés

- Courant assigné d'emploi (I_e).
- Courant permanent assigné (I_u).
- Courant de fuite (I_f).
- Courant minimal de fonctionnement ou plage de courants assignés de fonctionnement, le cas échéant.

c) Fréquence assignée**d) Caractéristiques en conditions normales de charge et en conditions de surcharge**

- L'aptitude au fonctionnement, qui est caractérisée par les éléments suivants:
 - tension assignée d'emploi;
 - courant assigné d'emploi;
 - profil de courant de surcharge (voir 5.4);
 - catégorie de charge (voir 5.2).

NOTE 2 De plus, les valeurs suivantes peuvent être déclarées par le fabricant:

- courant assigné de court-circuit conditionnel;
- charge minimale.

5.2 Catégorie de charge

La catégorie de charge définit l'application prévue et doit être spécifiée conformément au Tableau 1. Tout autre type de charge doit être spécifié dans la fiche technique ou le catalogue.

Chaque catégorie de charge (voir Tableau 1) est caractérisée par les conditions d'essai spécifiées dans le présent document et par les valeurs suivantes:

- courant(s);
- tension(s);
- facteur de puissance ou constante de temps;
- autres données du Tableau 5 et du Tableau 6.

Un relais statique donné, auquel a été attribuée une catégorie de charge vérifiée par des essais, peut se voir assigner d'autres catégories de charge sans essai supplémentaire, à condition que les points suivants soient respectés:

- les valeurs vérifiées du courant assigné d'emploi et de la tension assignée d'emploi sont supérieures ou égales aux nouvelles caractéristiques assignées; et
- les valeurs vérifiées de la catégorie de charge et du cycle de service sont égales ou plus strictes que les nouvelles caractéristiques assignées; et
- les valeurs vérifiées du courant de surcharge et de la tension sont supérieures ou égales aux nouvelles caractéristiques assignées.

Tableau 1 – Catégories de charge

Catégorie de charge	Application type
Charge pour courant alternatif	
LC A	Charges résistives ou légèrement inductives (jusqu'à $\cos \varphi = 0,8$)
LC B	Moteurs
LC C	Lampes à décharge électrique
LC D	Lampes à incandescence
LC E	Transformateurs
LC F	Charges capacitatives
LC G	Lampes à ballast intégré
Charge pour courant continu	
LC N	Commande de charges pour courant continu résistives et de charges pour courant continu statiques isolées par photocoupleurs
LC O	Commande d'électroaimants à courant continu
LC P	Commande d'électroaimants à courant continu ayant des résistances d'économie dans le circuit
LC Q	Démarrage direct de moteur à courant continu
LC R	Lampes à incandescence (au tungstène) à courant continu
NOTE Pour de plus amples détails sur les charges, voir le Tableau 5 et le Tableau 6.	

5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits de commande

Les caractéristiques des circuits de commande électroniques sont (selon le cas):

- nature du courant (alternatif, continu ou alternatif/continu);
- puissance consommée;
- fréquence de la tension assignée du circuit de commande;
- tension assignée du circuit de commande, U_c ;
- courant assigné du circuit de commande, I_c ;
- tension d'alimentation assignée du circuit de commande, U_s ;
- tension de relâchement;
- tension de fonctionnement;
- courant de relâchement;
- courant de fonctionnement.

La tension assignée du circuit de commande et la fréquence de la tension assignée du circuit de commande, le cas échéant, sont les valeurs sur lesquelles reposent les caractéristiques de fonctionnement et d'échauffement du circuit de commande. Les valeurs de fonctionnement minimales et maximales absolues de la tension assignée du circuit de commande U_c et de la tension d'alimentation assignée du circuit de commande U_s ou du courant assigné du circuit de commande I_c doivent être spécifiées.

NOTE 1 Selon la technologie employée, seules des valeurs distinctes sont applicables.

NOTE 2 Le fabricant est prêt à déclarer la ou les valeurs du courant prélevé par le ou les circuits de commande sous la tension d'alimentation assignée du ou des circuits de commande.

NOTE 3 Une distinction est opérée entre la tension du circuit de commande, U_c , qui est le signal d'entrée de commande, et la tension d'alimentation du circuit de commande, U_s , qui est la tension appliquée pour mettre sous tension les bornes d'alimentation du matériel du circuit de commande et qui peut être différente de U_c en raison des transformateurs, redresseurs, etc. incorporés.

5.4 Profil de courant de surcharge

Le courant de surcharge est un multiple de I_e (voir Tableau 5) et représente la valeur maximale du courant d'emploi dans des conditions de surcharge.

Des surintensités intentionnelles ne dépassant pas dix cycles de la fréquence du réseau qui peuvent dépasser les valeurs déclarées du Tableau 5, sont négligées pour le profil de courant de surcharge.

5.5 Conditions normales de service, de transport et de stockage

5.5.1 Température ambiante

La plage de températures ambiantes est comprise entre -5 °C et $+40\text{ °C}$ en fonctionnement, et entre -25 °C et $+85\text{ °C}$ pour le transport et le stockage des relais statiques, sauf spécification contraire.

En cas de fonctionnement en dehors de cette plage, se reporter aux spécifications des produits.

5.5.2 Conditions atmosphériques

Les valeurs maximales d'humidité relative et d'altitude pour le stockage, le transport et le fonctionnement des relais statiques doivent être déclarées.

5.6 Conditions normales de montage

La méthode de montage doit être spécifiée.

6 Dispositions relatives aux essais

6.1 Essai de type

Les essais à réaliser conformément au présent document sont les essais de type du Tableau 2.

Tous les essais doivent être réalisés dans les conditions spécifiées dans le Tableau 1 de l'IEC 61810-1:2015. Lorsque des conditions divergentes sont données dans un paragraphe spécifique, les valeurs données dans ce paragraphe doivent s'appliquer.

NOTE 1 Les essais spécifiés dans le présent document peuvent être réalisés sous forme d'essais individuels de série ou d'essais sur prélèvement, selon le cas.

Les dangers considérés dans le présent document sont les risques d'échauffement, de choc électrique, d'inflammation et de mauvais usage prévisible avant la fin de vie.

Les dangers ne doivent pas dépasser un niveau tolérable. Pour le composant, la conformité aux essais spécifiés dans le Tableau 2 est considérée comme représentant un niveau tolérable. Pour l'application du relais statique, une appréciation du risque doit être effectuée conformément à l'Annexe B.

NOTE 2 Les règles d'évaluation du risque pour le composant sont les mêmes que celles pour l'application. Pour le composant lui-même, l'évaluation du risque peut être vérifiée par le biais du présent document. En revanche, les exigences relatives à la détermination, pour l'application, du risque résultant de l'interaction des composants individuels et des mauvais usages prévisibles, par exemple lorsque différents relais statiques peuvent être utilisés en combinaison avec une seule embase, sont susceptibles d'être données dans les normes ou la législation applicables à l'application.

Tableau 2 – Essais de type

Lot d'inspection	Essais	Article ou paragraphe	Nombre d'échantillons
1	Documentation et marquage	7	1
	Essai à la bille	13.3	
	Résistance à la chaleur et au feu	13	
2	Indice de résistance au cheminement	11.2.3.1	1
3	Distances d'isolement, lignes de fuite et distances à travers l'isolation solide	11	1 (non enrobé) et 1 (enrobé)
4	Essais électriques de l'isolation solide	11.4.3	3
5	Bornes à connexion rapide (le cas échéant)	12.1	1
	Organes de serrage à vis et sans vis (le cas échéant)	12.2	
	Bornes à souder (le cas échéant)	12.3	
	Embases (le cas échéant)	12.4	
	Echauffement	8	
6	Courant de fuite initial	9.1	1
	Chute de tension initiale à l'état passant	9.2	
	Essai de surcharge	10.1	
	Essai d'endurance	10.2	
	Courant de fuite final	9.1	
	Chute de tension finale à l'état passant	9.2	
7	CEM (applicable aux relais statiques utilisés en qualité d'appareillage)	14	1

6.2 Essai individuel de série

Les essais individuels de série sont destinés à déceler les défauts des matériaux et les défauts de construction, ainsi qu'à vérifier le fonctionnement correct du relais statique. Les essais individuels de série doivent être réalisés sur chaque relais statique conformément au Tableau 3.

Tableau 3 – Essais individuels de série

Lot d'inspection	Essais	Article ou paragraphe	Référence supplémentaire
Tous	Documentation et marquage	7	Tableau 4: 1a; 1b; 1d
Tous	Essai de tension à la fréquence d'alimentation en courant alternatif	11.4.3.5 ^a	
Tous	Courant de fuite à l'état bloqué	9.1	
Tous	Chute de tension à l'état passant	9.2	

^a Dans le cadre des essais individuels de série, l'essai de tension à la fréquence d'alimentation en courant alternatif peut être réalisé pendant une durée de 1 s, conformément à l'IEC 61810-7:2006, 4.9. La tension d'essai ne doit avoir aucun effet négatif sur l'isolation (utilisation ultérieure). Si des paramètres applicables tels que la limite de courant ou la spécification du transformateur de haute tension peuvent être spécifiés par le fabricant à une valeur appropriée, aux fins de l'essai.

7 Documentation et marquage

7.1 Données

Les données énumérées dans le Tableau 4 doivent être communiquées.

Tableau 4 – Données exigées

N°	Données	Lieu d'indication
1 Identification		
1a	Nom du fabricant, marque commerciale ou désignation	Relais statique (préférentiel) ou la plus petite quantité d'emballage
1b	Désignation de type ou référence du composant	Relais statique
1c	Référence du présent document	Catalogue ou notice d'instructions
1d	Date de fabrication (voir NOTE 1)	Relais statique (préférentiel) ou emballage
2 Caractéristiques, valeurs assignées de base et charge		
2a	Tensions assignées d'emploi	Relais statique ou catalogue ou notice d'instructions
2b	Courants assignés d'emploi	Relais statique ou catalogue ou notice d'instructions
2c	Conditions définies pour le courant assigné (voir NOTE 2)	Relais statique ou catalogue ou notice d'instructions
2d	Chute de tension à l'état passant ou résistance à l'état passant	Catalogue ou notice d'instructions
2e	Courant de fuite	Catalogue ou notice d'instructions
2f	Catégorie de charge ou charge spécifiée	Catalogue ou notice d'instructions
2g	Profil de courant de surcharge ou spécification de la surcharge autorisée	Catalogue ou notice d'instructions
2h	Valeur de la ou des fréquences assignées (le cas échéant)	Catalogue ou notice d'instructions
2i	Charge minimale (le cas échéant)	Catalogue ou notice d'instructions
2j	Élément de protection (par exemple circuit d'amortissement, varistance, diode, etc.) (le cas échéant)	Catalogue ou notice d'instructions
3 Sécurité et installation		
3a	Tension assignée d'isolement	Catalogue ou notice d'instructions
3b	Tension assignée de tenue aux chocs	Catalogue ou notice d'instructions
3c	Degré de pollution	Catalogue ou notice d'instructions

N°	Données	Lieu d'indication
4 Circuits de commande		
4a	Tension assignée du circuit de commande, U_c , ou courant assigné du circuit de commande I_c .	Relais statique ou catalogue ou notice d'instructions
4b	Fréquence de la tension assignée ou du courant assigné du circuit de commande (le cas échéant)	Relais statique ou catalogue ou notice d'instructions
4c	Tension d'alimentation assignée du circuit de commande, U_s (le cas échéant)	Relais statique ou catalogue ou notice d'instructions
4d	Toute autre information (exigences d'adaptation d'impédance, par exemple) nécessaire pour assurer le fonctionnement satisfaisant des circuits de commande	Relais statique ou catalogue ou notice d'instructions
NOTE 1 La date de fabrication et la désignation du type peuvent être codées si la documentation le spécifie.		
NOTE 2 Exemple de conditions définies pour le courant assigné: courant assigné de 25 A à 40 °C et courant assigné de 10 A à 75 °C.		

7.2 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien

Les instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien doivent être fournies.

7.3 Marquage

Les données 1a), 1b) et, lorsqu'elles sont applicables, 1d) du Tableau 4 doivent être apposées sur le marquage du relais statique de manière lisible et durable. Si l'espace disponible sur le relais statique est suffisant, il convient d'apposer en plus les données 2a), 2b) et 2c) sur le marquage du relais statique, ainsi que la tension d'alimentation assignée du circuit de commande et l'identification des bornes.

L'essai indiqué ci-dessous est réalisé uniquement lorsqu'un ou plusieurs matériaux supplémentaires sont utilisés pour le marquage (impression à jet d'encre ou au tampon, par exemple).

Le respect des exigences de durabilité du marquage est vérifié par inspection et en frottant le marquage à la main de la façon suivante:

- 15 mouvements de va-et-vient pendant 15 s environ avec un chiffon imbibé d'eau distillée, suivis de
- 15 mouvements de va-et-vient pendant 15 s environ avec un chiffon imbibé d'essence minérale.

Au cours des essais, le chiffon imbibé doit être appliqué sur le marquage en exerçant une pression de 2 N/cm² environ.

Après ces essais, le marquage doit rester lisible.

NOTE L'essence minérale utilisée est définie comme un solvant d'hexane aliphatique ayant une teneur maximale en aromatiques de 0,1 % en volume, un indice de kauri-butanol de 29, un point d'ébullition initial d'approximativement 65 °C, un point de siccité d'approximativement 69 °C et une masse volumique de 0,68 g/cm³.

8 Echauffement

8.1 Généralités

Les relais statiques doivent être construits de façon à ne pas atteindre de températures excessives en utilisation normale. Les relais statiques sont considérés non accessibles en fonctionnement normal. Dans les applications exigeant ou permettant l'accessibilité, les exigences données en 8.1 de l'IEC 61810-1:2015 doivent s'appliquer.

Le courant assigné d'emploi des relais statiques doit être réduit conformément à la spécification pour le fonctionnement à des températures ambiantes supérieures à 40 °C.

8.2 Conditions d'essai

L'essai d'échauffement doit être réalisé conformément à l'Article 8 de l'IEC 61810-1:2015 avec les divergences suivantes:

La condition de montage doit être conforme au montage unique de la procédure d'essai B.

La procédure d'essai est uniquement mise en œuvre au courant assigné et à la température ambiante maximale spécifiée.

S'ils sont spécifiés, les essais respectifs doivent être réalisés avec le radiateur spécifié monté sur le relais statique.

NOTE Pour déterminer l'emplacement des températures maximales, il peut s'avérer utile de recourir à une technique d'imagerie thermographique adaptée.

L'échauffement des bornes ne doit pas dépasser les limites spécifiées ou les limites des matériaux adjacents. Lorsqu'elles sont applicables, les limites et les conditions d'essai de 12.1.3.1 doivent être appliquées.

Toutes les limitations concernant la bobine et sa température maximale doivent être ignorées.

Le paragraphe 8.4.6 de l'IEC 61810-1:2015 ne doit pas s'appliquer.

En variante à l'utilisation des thermocouples, les températures du relais statique dans cet essai peuvent être déterminées par d'autres méthodes de détection (imagerie thermographique, par exemple), sous réserve qu'elles produisent des résultats d'essai équivalents.

9 Fonction d'utilisation de base

9.1 Mesurage du courant de fuite à l'état bloqué

Le courant de fuite à l'état bloqué doit être mesuré sous la tension assignée d'emploi. L'inexactitude des mesurages doit être prise en compte au moment de l'évaluation des résultats. Sauf spécification contraire, l'exactitude de tous les mesurages doit être de ± 2 %. Le résultat doit être inférieur à la valeur spécifiée.

9.2 Mesurage de la chute de tension à l'état passant

La chute de tension à l'état passant doit être mesurée sous le courant assigné d'emploi. L'inexactitude des mesurages doit être prise en compte au moment de l'évaluation des résultats. Sauf spécification contraire, l'exactitude de tous les mesurages doit être de ± 2 %. Le résultat doit être inférieur à la valeur spécifiée.

10 Endurance électrique

10.1 Essai de surcharge

10.1.1 Généralités

Il doit être exigé des relais statiques qu'ils établissent l'état passant, qu'ils assurent la fonction de commutation, qu'ils supportent les niveaux définis de charge et, le cas échéant, de courants de surcharge et qu'ils établissent et maintiennent l'état bloqué sans défaillance ou sans détérioration quelconque, lorsqu'ils sont soumis à essai conformément à 10.1.2.

Les caractéristiques doivent être vérifiées dans les conditions indiquées dans le Tableau 5.

Lorsque le courant d'essai I_t est supérieur à 1 000 A, la vérification de l'aptitude en surcharge doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur (par modélisation informatique, par exemple).

Des valeurs d'essai plus sévères que celles indiquées dans le Tableau 5 peuvent être spécifiées.

Tableau 5 – Exigences minimales pour les conditions d'essai d'aptitude en surcharge

Catégorie de charge (voir Tableau 1)	Paramètres du circuit d'essai			Durée à l'état passant dans le cycle de manœuvres ^a s	Durée à l'état bloqué dans le cycle de manœuvres ^a s	Nombre de cycles de manœuvres
	I_t/I_e	U_t/U_e	$\cos \varphi$			
LC A	1,5	1,1	0,8	5	10	5
LC B	8	1,1	0,35	1,6	1 440	3
LC C	3,0	1,1	0,45	0,05	10	5
LC D	1,5	1,1	b	0,05	60	50
LC E	30	1,1	< 1	0,05	10	5
LC F	d	1,1	c	0,05	10	1 000
LC G	Voir Annexe A					
Charge pour courant continu	I_t/I_e	U_t/U_e	$T_{0,95}$ ms			
LC N ^e	-	-	-	-	-	-
LC O ^e	-	-	-	-	-	-
LC P	10	1,1	15	0,025	10	10
LC Q	10	1	Charge pour courant continu ^f	1	9	50
LC R	1,5	1	Charge pour courant continu	1	9	50

Légende	
I_t	est le courant d'essai.
I_e	est le courant assigné de charge.
U_e	est la tension assignée de charge.
U_t	est la tension d'essai.
$T_{0,95}$	est le temps mis pour atteindre 95 % du courant en régime établi.
Conditions de température	
Avant le début de cet essai, l'équilibre thermique de la température du boîtier doit être atteint dans les conditions d'essai. La température de l'air ambiant d'essai doit être dans les limites des conditions de référence du Tableau 2 de l'IEC 61810-1:2015.	
a	Les temps de fonctionnement et de relâchement doivent être dans les limites de trois périodes complètes de la fréquence d'alimentation pour une charge pour courant alternatif. Le temps de fonctionnement maximal et le temps de relâchement maximal pour la charge pour courant continu doivent être spécifiés, le cas échéant.
b	Essais à réaliser avec une charge de type lampe à incandescence.
c	Essais à réaliser avec une charge capacitive.
d	Les caractéristiques capacitatives peuvent être déterminées par des essais de commutation de condensateur ou assignées sur la base de la pratique établie et de l'expérience. La valeur de crête du courant d'appel du condensateur doit être inférieure ou égale à la valeur de crête du courant de surcharge non répétitif à l'état passant des relais statiques.
e	Les essais pour LC N et LC O dans les conditions d'essai d'aptitude en surcharge sont couverts par l'essai d'endurance.
f	La charge est une charge résistive non inductive.

10.1.2 Procédure d'essai d'aptitude en surcharge

a) Conditions d'essai

- 1) Se reporter au Tableau 5.
- 2) Les relais statiques utilisant un dispositif pouvant commander la coupure du courant, en plus du moyen de protection contre les surintensités fournissant une protection en conditions de surcharge pendant un fonctionnement à l'état passant, doivent être soumis à essai avec ce dispositif en place. Pendant cet essai, il est acceptable que le dispositif fasse commuter l'échantillon à l'état bloqué dans un temps plus court que la durée à l'état passant spécifiée.

b) Réglage des échantillons

- 1) Les échantillons doivent être réglés pour réduire le plus possible le temps d'établissement du niveau de courant d'essai.
- 2) Les échantillons équipés d'une fonction de limitation de courant doivent être réglés aux valeurs du Tableau 5.

c) Vérification des critères

- 1) Résistance à l'état passant ou chute de tension à l'état passant.
- 2) Essai de tension à la fréquence d'alimentation en courant alternatif dans les conditions de 11.4.3.5.
- 3) Pas de détérioration visible.

En cas de divergence, après l'essai, de la résistance à l'état passant ou de la chute de tension à l'état passant, celle-ci doit être inférieure à ± 20 % de la valeur initiale.

10.2 Essai d'endurance

10.2.1 Pendant l'essai d'endurance décrit dans le présent paragraphe, aucun claquage électrique ni aucune défaillance structurelle ne doivent survenir dans le relais statique. Après l'essai, le dispositif doit satisfaire aux exigences de tension assignée de tenue aux chocs spécifiées dans le Tableau D.1.

10.2.2 Les conditions de l'essai d'endurance doivent être identiques à celles de l'essai de surcharge spécifiées au 10.1, à l'exception de celles décrites dans le présent paragraphe.

10.2.3 Le relais statique est tenu de fermer et d'ouvrir un circuit d'essai ayant le courant applicable et la caractéristique de charge spécifiés dans le Tableau 6. Le nombre de cycles d'essai et leurs durées doivent être conformes aux valeurs spécifiées dans le Tableau 6. La tension d'essai doit représenter 100 % à 110 % de la tension assignée d'emploi U_e .

10.2.4 Une charge synthétique doit être utilisée à la place des lampes à filament de tungstène si elle équivaut à la charge d'une lampe de ce type sur le circuit d'essai en question, et le courant d'appel est au moins égal à dix fois le courant assigné.

10.2.5 La charge synthétique utilisée à la place des lampes à filament de tungstène peut être constituée de résistances non inductives si elles sont raccordées et commandées de manière à shunter une partie de résistance pendant la fermeture de l'interrupteur soumis à essai. Une charge synthétique peut également être constituée d'une ou plusieurs résistances non inductives raccordées à un condensateur en parallèle.

10.2.6 Si les lampes à filament de tungstène peuvent être utilisées en tant que charge de remplacement, la charge doit être composée du plus petit nombre possible de lampes de 500 W, à l'exception d'une ou deux lampes de puissance inférieure à 500 W qui peuvent être utilisées si nécessaire pour obtenir la charge exigée. Si aucune lampe de 500 W n'est disponible, la charge peut être obtenue au moyen d'autres lampes de puissance adaptée. Cet écart doit être mentionné dans le rapport d'essai.

10.3 Vérification

Les propriétés suivantes doivent être évaluées après la procédure d'essai de surcharge et d'endurance:

- 1) résistance à l'état passant ou chute de tension à l'état passant;
- 2) courant de fuite;
- 3) essai de tension à la fréquence d'alimentation en courant alternatif dans les conditions de 11.4.3.5;
- 4) pas de détérioration visible.

La variation de la résistance à l'état passant, de la chute de tension à l'état passant ou du courant de fuite après l'essai doit être inférieure à ± 20 % de la valeur initiale.

Tableau 6 – Essai d'endurance

Catégorie de charge (voir Tableau 1)	Courant d'essai A	Caractéristique de charge	Nombre de cycles	Durée des cycles d'essai s	
				Etat passant	Etat bloqué
Charge pour courant alternatif		cos φ			
LC A	Courant assigné	0,75 à 0,80	6 000	1	9
LC B	Deux fois le courant de pleine charge	0,40 à 0,50	1 000	0,5 ^a	0,5 ^a
LC C	Deux fois le courant assigné	0,40 à 0,50	6 000	1	9
LC D	Courant assigné Voir 10.2.4 à 10.2.6	1,0	6 000	1 ^b	59 ^b
LC E	A l'étude	c	A l'étude	A l'étude	A l'étude
LC F	Courant assigné	d	6 000	1	9
LC G	Voir Annexe A				
Charge pour courant continu		$T_{0,95}$^e ms			
LC N	Courant assigné	1	6 000	0,025	9
LC O	Courant assigné	$6 \times P$ ^f	6 000	$T_{0,95}$	9
LC P	Dix fois le courant assigné pour le déblocage	15	6 000	0,025	9
	Courant assigné pour le blocage			0,975	
LC Q	Deux fois la pleine charge	Charge pour courant continu ^g	1 000	0,5	0,5
LC R	Courant assigné	Charge pour courant continu	6 000	1	59 ^h

^a Pour l'inversion de moteurs, la durée du cycle d'essai est de 0,5 s en marche avant, de 0,5 s en marche arrière et de 1 s à l'arrêt. Si le fonctionnement du dispositif ne permet pas d'obtenir ces durées de cycle, des durées aussi proches que possible de ces valeurs doivent être utilisées.

^b Il est permis d'obtenir une vitesse de commande supérieure à 1 cycle/min en cas d'utilisation de charges synthétiques ou d'un nombre suffisant de batteries de lampes commandées par un commutateur de manière à permettre le refroidissement de chaque batterie pendant au moins 59 s entre deux applications successives.

^c La charge doit être constituée de transformateurs du commerce.

^d La charge doit être constituée de condensateurs du commerce.

^e $T_{0,95}$ représente le temps mis pour atteindre 95 % du courant en régime établi, exprimé en ms.

^f La valeur " $6 \times P$ " découle d'une relation empirique qui convient pour la majorité des charges inductives à courant continu jusqu'à $P = 50$ W, où $6 \times P = 300$ ms. Les charges de puissance assignée supérieure à 50 W sont composées de petites charges montées en parallèle. Par conséquent, 300 ms est une limite supérieure indépendante de la valeur de puissance.

^g La charge est une charge résistive non inductive.

^h Une durée plus courte à l'état bloqué est acceptable en cas d'utilisation de charges synthétiques ou d'un nombre suffisant de batteries de lampes commandées par un commutateur de manière à permettre le refroidissement de chaque batterie pendant au moins 59 s entre deux applications successives.

11 Distances d'isolement et lignes de fuite

11.1 Généralités

Les termes et définitions qui s'appliquent au présent article sont donnés au 3.2.

11.2 Règles de base pour la coordination de l'isolement

11.2.1 Principes de base

Les exigences et les essais du présent document sont fondés sur les exigences de l'IEC 60664- 1, dans laquelle des informations et des recommandations supplémentaires liées à la coordination de l'isolement dans les matériels à basse tension sont fournies.

La coordination de l'isolement implique le choix des caractéristiques de l'isolation électrique du relais statique en fonction de son application et de son milieu environnant.

La coordination de l'isolement ne peut être obtenue que si la conception du relais statique est fondée sur les contraintes auxquelles il sera probablement soumis pendant sa durée de vie estimée.

11.2.2 Tension assignée de tenue aux chocs

Les tensions assignées de tenue aux chocs des relais statiques directement raccordés au réseau d'alimentation sont énumérées dans le Tableau D.1. Ce tableau indique les tensions assignées de tenue aux chocs pour différentes catégories de surtension en fonction de la tension phase-neutre choisie. Le cas échéant, cette dernière doit également découler de la tension nominale du réseau indiquée dans le Tableau D.1.

NOTE 1 Dans certains cas particuliers, les dispositions de la norme IEC correspondante pour l'équipement dans lequel est incorporé le relais statique peuvent s'appliquer en plus.

NOTE 2 La catégorie de surtension III est normalement applicable aux relais statiques; ce qui signifie, par exemple, 4 kV pour une tension (phase-neutre) alternative de 230 V.

Des tensions supérieures aux tensions assignées de tenue aux chocs peuvent apparaître pendant le fonctionnement des relais statiques. Si cela est exigé, l'utilisateur doit prendre des mesures pour limiter les effets des surtensions.

11.2.3 Matériaux isolants

11.2.3.1 Indice de résistance au cheminement (IRC)

11.2.3.1.1 Comportement du matériau isolant en présence de scintillations

Pour ce qui concerne le cheminement, un matériau isolant peut être approximativement caractérisé d'après la détérioration qu'il subit après la libération concentrée de l'énergie pendant les scintillations lorsqu'un courant de fuite superficiel est interrompu en raison de l'assèchement de la surface contaminée. En présence de scintillations, un matériau isolant peut se comporter de l'une des façons suivantes:

- aucune décomposition du matériau isolant;
- l'usure du matériau isolant par l'action des décharges électriques (érosion électrique);
- la formation progressive de trajets conducteurs produits à la surface du matériau isolant sous l'effet combiné des contraintes électriques et de la contamination électrolytiquement conductrice de la surface (cheminement).

NOTE Un cheminement ou une érosion se produit lorsque:

- un film liquide conduisant le courant de fuite superficiel se rompt; et
- la tension appliquée est suffisante pour perforer le petit espace formé à la rupture du film; et

- le courant est supérieur à une valeur limite nécessaire pour fournir localement une énergie suffisante pour décomposer thermiquement le matériau isolant sous le film.

La détérioration s'accélère pendant toute la durée de circulation du courant.

11.2.3.1.2 Valeurs IRC utilisées pour définir les groupes de matériaux isolants

Il n'existe pas de méthode de classification des matériaux isolants selon 11.2.3.1.1. Le comportement du matériau isolant sous l'effet de divers contaminants et tensions est extrêmement complexe. Dans ces conditions, de nombreux matériaux peuvent présenter deux, voire l'ensemble des trois caractéristiques indiquées. Il est impossible d'établir une corrélation directe avec les groupes de matériaux de 11.2.3.1.3. Cependant, l'expérience et les essais ont fait apparaître que les matériaux isolants relativement plus performants ont également un classement d'après l'indice de résistance au cheminement (IRC) sensiblement identique. Par conséquent, le présent document utilise les valeurs IRC pour définir les groupes de matériaux isolants.

11.2.3.1.3 Groupes de matériaux

Pour les besoins du présent document, les matériaux sont classés en quatre groupes en fonction de leurs valeurs IRC. Ces valeurs sont déterminées conformément à l'IEC 60112 en utilisant la solution A. Les groupes sont les suivants:

- groupe de matériaux I: $600 \leq \text{IRC}$;
- groupe de matériaux II: $400 \leq \text{IRC} < 600$;
- groupe de matériaux IIIa: $175 \leq \text{IRC} < 400$;
- groupe de matériaux IIIb: $100 \leq \text{IRC} < 175$.

11.2.3.1.4 Essai de détermination de l'indice de résistance au cheminement (IRC)

L'essai permettant de déterminer l'indice de résistance au cheminement (IRC) conformément à l'IEC 60112 est conçu pour comparer les performances de divers matériaux isolants dans les conditions d'essai. Dans le cas de matériaux isolants ayant tendance à former des cheminements, il permet également une comparaison tant qualitative que quantitative.

11.2.3.1.5 Matériaux sans cheminement

Pour le verre, la céramique ou d'autres matériaux isolants inorganiques qui ne permettent aucun cheminement, les lignes de fuite ne doivent pas être supérieures à leur distance d'isolement associée pour les besoins de la coordination de l'isolement. Les dimensions du Tableau 7 sont adaptées.

11.3 Exigences et règles de dimensionnement

11.3.1 Dimensionnement des distances d'isolement

Les distances d'isolement doivent être supérieures ou égales aux valeurs minimales du Tableau 7.

NOTE Les valeurs sont identiques à celles de l'IEC 60664-1 (Cas A, champ hétérogène).

Tableau 7 – Distances d'isolement minimales

Tension de tenue aux chocs exigée ^a	Distances d'isolement minimales dans l'air en mm jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer		
	Degré de pollution		
	1 mm	2 mm	3 mm
kV			
0,33	0,01	0,2	0,8
0,50	0,04		
0,80	0,1		
1,5	0,5	0,5	
2,5	1,5	1,5	1,5
4,0	3	3	3
6,0	5,5	5,5	5,5
8,0	8	8	8
12	14	14	14
^a Dans des cas spéciaux (en particulier pour les conceptions existantes), des valeurs intermédiaires obtenues par interpolation peuvent être utilisées pour le dimensionnement des distances d'isolement.			

Les dimensions du Tableau 7 s'appliquent aux isolations fonctionnelles, principales et supplémentaires. Lorsqu'une isolation renforcée est exigée, les dimensions indiquées pour le niveau supérieur dans la séquence de valeurs de tension de tenue aux chocs doivent être choisies.

Les dimensions du Tableau 7 étant valides pour les altitudes jusqu'à 2 000 m inclus au-dessus du niveau de la mer, les distances d'isolement pour les altitudes supérieures à 2 000 m doivent être multipliées par le facteur de correction de l'altitude spécifié dans le Tableau A.2 de l'IEC 60664-1:2020. Pour tout composant dont les propriétés diélectriques ne sont pas sensibles à l'altitude (par exemple optocoupleur, produit enrobé, etc.), le facteur de correction de l'altitude n'est pas applicable.

11.3.2 Dimensionnement des lignes de fuite

11.3.2.1 Tension

Les lignes de fuite entre les circuits et les surfaces accessibles doivent être conformes à la tension assignée d'emploi la plus élevée pour les circuits électriquement connectés ayant différentes tensions assignées.

Les lignes de fuite entre les circuits doivent être conformes à la tension assignée la plus élevée pour les circuits électriques isolés les uns des autres.

11.3.2.2 Dimensionnement des lignes de fuite des isolations fonctionnelles, principales, supplémentaires et renforcées

Les lignes de fuite des isolations principales et supplémentaires doivent respecter les dimensions minimales spécifiées dans le Tableau 8.

Dans le cas d'une isolation renforcée, les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures à deux fois la distance exigée pour l'isolation principale.

Pour les matériaux pour circuits imprimés offrant une protection de type 1, les valeurs du degré de pollution 1 du Tableau 8 s'appliquent au-dessous du revêtement. Pour la vérification, les exigences de l'IEC 60664-3 sont applicables.

Pour l'isolation fonctionnelle, les exigences du Tableau 8 doivent s'appliquer pour les relais statiques. Pour les relais statiques destinés à un montage sur des cartes à circuit imprimé, la valeur de la colonne "Autres matériaux/degré de pollution 1" doit s'appliquer.

Tableau 8 – Lignes de fuite minimales pour les relais statiques

Tension efficace ou continue a, b	Lignes de fuite en mm								
	Degré de pollution								
	Matériau pour circuits imprimés (PCB)		Autres matériaux						
	1 c	2	1 c	2			3		
				Groupe de matériaux			Groupe de matériaux		
V	mm	mm	mm	O mm	II mm	III mm	O mm	II mm	III ^d mm
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4	1	1	1
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5	1,25	1,25	1,25
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4	1,8	2	2,2
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2	2,2	2,5
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2	2,5	2,8	3,2
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5
400	1	2	1	2	2,8	4	5	5,6	6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5	6,3	7,1	8
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8	9	10
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8	10	11	12,5
1 000	3,2	5	3,2	5	7,1	10	12,5	14	16
1 250			4,2	6,3	9	12,5	16	18	20
1 600			5,6	8	11	16	20	22	25

NOTE Pour les groupes de matériaux, voir 11.2.3.1.3.

L'interpolation n'est permise que pour l'isolation fonctionnelle.

^a Cette tension est:

- pour l'isolation fonctionnelle: la tension de service;
- pour l'isolation principale et supplémentaire du circuit directement mis sous tension par le réseau à basse tension: la tension assignée d'emploi ou la tension assignée d'isolement;
- pour l'isolation principale et supplémentaire des circuits de relais statiques non directement mis sous tension par le réseau à basse tension: la tension efficace la plus élevée qui peut apparaître dans le circuit lorsque le relais statique est alimenté à la tension assignée d'emploi et avec la combinaison la plus sévère de conditions de fonctionnement dans les limites des caractéristiques du relais statique.

^b Pour les tensions plus élevées dépassant 1 600 V, la ligne de fuite minimale pour l'isolation principale doit être conforme au Tableau 5 de l'IEC TS 62993:2017.

^c Groupes de matériaux I, II, IIIa et IIIb.

^d Le groupe de matériaux IIIb n'est pas recommandé pour une application avec le degré de pollution 3 au-delà de 630 V.

11.3.3 Exigences relatives aux matériaux isolants solides

L'isolation solide doit résister à la tension de choc spécifiée au 11.2.2 dans le cas des isolations principale et supplémentaire. Pour l'isolation renforcée, la valeur du niveau immédiatement supérieur dans la séquence de valeurs de tension de tenue aux chocs doit être choisie.

De plus, l'isolation solide doit résister:

- aux surtensions temporaires à court terme de $U_n + 1\,200\text{ V}$ pendant des durées allant jusqu'à 5 s; et
- aux surtensions temporaires à long terme de $U_n + 250\text{ V}$ pendant des durées supérieures à 5 s,

où U_n est la valeur efficace de la tension phase-neutre en cas de réseaux d'alimentation avec conducteur neutre relié à la terre. Pour l'isolation renforcée, le double de ces valeurs s'applique.

Dans les cas où l'isolation principale et l'isolation supplémentaire ne peuvent pas être séparément soumises à essai, la tension d'essai spécifiée pour l'isolation renforcée doit être utilisée.

Que ce soit à la suite d'une action mécanique, de la rupture, du démontage ou du détachement d'un fil, l'isolation de la séparation de protection ne peut être détériorée jusqu'à un point tel que l'isolation ne satisfait plus aux exigences de l'isolation principale.

11.4 Essais et mesurages

11.4.1 Essais

Les essais suivants sont destinés à faire office d'essais de type pour la coordination de l'isolement.

La vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite s'effectue par mesurage (voir 11.4.2).

L'isolation solide doit être vérifiée conformément au 11.4.3. Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni arc, ni détérioration.

11.4.2 Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement

Cet essai doit être réalisé conformément à la procédure du 6.8 de l'IEC 60664-1:2020.

11.4.3 Essais électriques de l'isolation solide

11.4.3.1 Généralités

Les essais électriques de l'isolation solide doivent être réalisés conformément à la séquence d'essais indiquée en 11.4.3.2.

NOTE L'essai de décharge partielle décrit au 6.4.6 de l'IEC 60664-1:2020 est à l'étude pour les relais statiques entrant dans le domaine d'application du présent document.

Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués sur de nouveaux échantillons.

11.4.3.2 Séquence d'essais

- a) Préconditionnement.
- b) Essai de tension de choc.
- c) Essai de tension à la fréquence d'alimentation en courant alternatif.

11.4.3.3 Préconditionnement

Les échantillons doivent être soumis au preconditionnement suivant (voir Tableau 9).

Tableau 9 – Préconditionnement

Séquence climatique		
–25 °C	96 h	Froid (simulation de stockage et de transport) selon l'IEC 60068-2-1
Température de fonctionnement maximale + 20 °C	96 h	Chaleur sèche selon l'IEC 60068-2-2
–25 °C/ Température de fonctionnement maximale + 20 °C	15 cycles	Variations rapides de température selon l'IEC 60068-2-14 Temps de transition: 2 min à 3 min Temps de maintien: 1 h
40 °C / 93 % HR	96 h	Chaleur humide, essai continu selon l'IEC 60068-2-78 avec une tension continue de 100 V appliquée entre les bornes reliées entre elles des circuits de commande et celles reliées entre elles des circuits de sortie

11.4.3.4 Essai de tension de choc

Cet essai est réalisé avec une tension assignée de tenue aux chocs conforme au Tableau 6 et une forme d'onde de 1,2/50 µs conformément à l'Article 7 de l'IEC 61180:2016. Cinq impulsions sont exigées pour chaque polarité, avec un intervalle minimal de 1 s entre deux impulsions successives.

L'impédance de sortie du générateur d'impulsions ne doit pas être supérieure à 500 Ω. Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni perforation ni détérioration partielle de l'isolation solide.

11.4.3.5 Essai de tension à la fréquence d'alimentation en courant alternatif

Pour cet essai, le Tableau 13 ou le Tableau 14 de l'IEC 61810-1:2015 doit s'appliquer. La tension alternative d'essai doit être augmentée uniformément de 0 V jusqu'à la surtension temporaire à court terme en moins de 5 s et maintenue à cette valeur pendant 5 s. Il est également permis d'appliquer immédiatement la tension d'essai, au lieu de l'augmenter progressivement.

Aucune détérioration de l'isolation solide ne doit se produire pendant l'essai. Un courant non supérieur à 3 mA est admis.

L'essai de l'isolation sous tension continue n'est pas autorisé à titre de variante.

11.5 Autres méthodes d'essai

Un produit conforme au 5.4.4.4 de l'IEC 62368-1:2018 doit être considéré comme satisfaisant aux exigences du présent document relatives à l'isolation solide. Les composants conformes à l'IEC 60747-5-5 doivent être considérés comme satisfaisant aux exigences d'isolation du présent document. Par conséquent, la méthode d'essai utilisée pour vérifier la conformité doit être mentionnée dans le rapport d'essai.

12 Bornes

12.1 Bornes à connexion rapide

12.1.1 Objectif

Le présent paragraphe regroupe les exigences et les essais applicables aux bornes à connexion rapide. Une référence est faite à l'IEC 61210, la norme de sécurité de base pour les bornes à connexion rapide de ce type.

12.1.2 Valeurs recommandées

Les valeurs suivantes sont recommandées pour le courant résistif maximal transporté par les bornes plates à connexion rapide en fonction de la taille de la borne:

2,8 mm	6 A
4,8 mm	16 A
6,3 mm	25 A
9,5 mm	32 A

12.1.3 Exigences

12.1.3.1 Echauffement

Dans les conditions spécifiées à l'Article 8, la température des bornes ne doit pas dépasser la valeur maximale figurant parmi celles énumérées pour différents matériaux dans l'Annexe A de l'IEC 61210:2010, et l'échauffement maximal ne doit pas dépasser la limite d'échauffement spécifiée.

Les relais statiques pourvus de languettes plates à connexion rapide doivent être équipés de conducteurs de 1 m de longueur minimale et dont la section correspond à celle indiquée dans le Tableau 10. Les interconnexions électriques à la ou aux sources de tension ou de courant doivent être effectuées en utilisant des connecteurs conformes à l'IEC 61210.

NOTE Ces conditions s'écartent partiellement des conditions normales d'échauffement de l'Article 8.

12.1.3.2 Taille

Les languettes des bornes à connexion rapide qui font partie d'un relais statique doivent être conformes aux dimensions indiquées dans le Tableau 1 de l'IEC 61210:2010.

12.1.3.3 Matériau

Le matériau et le revêtement (le cas échéant) de la languette doivent être adaptés à la température maximale indiquée à l'Annexe A de l'IEC 61210:2010.

12.1.3.4 Stabilité

Les languettes doivent résister aux connexions et déconnexions d'un connecteur femelle approprié, sans endommagement du relais statique susceptible de porter préjudice au respect des exigences du présent document. La conformité doit être vérifiée par 12.1.3.6.

12.1.3.5 Distance

Les languettes doivent être espacées de manière appropriée pour permettre le raccordement des connecteurs femelles non isolés adaptés.

12.1.3.6 Essai de stabilité mécanique

La stabilité mécanique des languettes doit être vérifiée par l'essai de surcharge mécanique. Les exigences et les essais du 8.2 de l'IEC 61210:2010 doivent être appliqués.

Tableau 10 – Sections des conducteurs en fonction du courant résistif transporté par la borne

Courant transporté par la borne A		Conducteurs souples	Conducteurs rigides
Supérieur à	Inférieur ou égal à	Sections mm ²	Sections mm ²
–	3	0,5	0,75
3	6	0,75	1,0
6	10	1,0	1,5
10	16	1,5	2,5
16	25	2,5	4,0
25	32	4,0	6,0
32	40	6,0	10,0
40	63	10,0	16,0
NOTE Ce tableau est un extrait du Tableau 4 de l'IEC 61058-1:2016.			

12.2 Organes de serrage à vis et sans vis

Les organes de serrage à vis et sans vis doivent être conformes aux exigences et aux essais de l'IEC 60999-1.

Le courant d'essai doit être le courant assigné du relais (et non celui de la borne, qui peut être plus élevé), tel qu'il est spécifié.

12.3 Bornes à souder – Résistance à la chaleur de soudage

12.3.1 Généralités

Les bornes à souder et leurs supports doivent avoir une résistance suffisante à la chaleur de soudage.

Après l'essai de résistance à la chaleur de soudage et le refroidissement subséquent à la température ambiante, les relais statiques doivent satisfaire aux exigences de l'Article 9.

12.3.2 Broches à souder

L'essai est réalisé conformément à l'essai Tb de l'IEC 60068-2-20, suivant les indications du Tableau 11 pour la méthode 1.

Les bornes destinées à un montage sur des cartes à circuit imprimé doivent être équipées d'un écran thermique (simulant une carte imprimée) de $(1,5 \pm 0,1)$ mm d'épaisseur. Pendant l'essai, l'immersion ne doit être effectuée que jusqu'à la surface inférieure de cet écran.

Tableau 11 – Conditions de l'essai Tb

Paragraphe de l'IEC 60068-2-20:2021	Conditions
5.1.2	Aucun mesurage initial
5.2.4	Méthode 1: bain de soudure à 260 °C ^a
5.2.4	Durée d'immersion: (5 ± 1) s
5.3.3	Méthode 2: fer à souder à 350 °C ^a
5.3.1	Fer à souder de taille B
5.3.3	Aucun dispositif de refroidissement
5.3.3	Durée d'application du fer à souder: (10 ± 1) s
^a Dans la pratique actuelle, par exemple un soudage sans plomb, il peut être exigé d'appliquer une température d'essai plus élevée. Le cas échéant, cela doit être mentionné dans la spécification particulière applicable.	

12.3.3 Bornes pour montage en surface (CMS)

Cet essai doit être réalisé conformément à la procédure du 6.3.5 de l'IEC 61760-1:2020, telle qu'elle est spécifiée.

12.3.4 Autres bornes à souder (cosses à souder par exemple)

Cet essai doit être réalisé conformément à l'essai Tb de l'IEC 60068-2-20, tel qu'il est décrit dans le Tableau 11.

L'essai doit être réalisé tel qu'il est spécifié, selon la Méthode 1 ou la Méthode 2.

12.4 Embases

Les embases doivent être conformes aux exigences et aux essais de l'IEC 61984.

Cependant, l'essai de corrosion de l'IEC 61984 est remplacé par un essai continu à la chaleur sèche conformément à l'IEC 60068-2-2, Essai Bb à 70 °C pendant 240 h.

NOTE 1 Cet essai de vieillissement est destiné à s'assurer des propriétés mécaniques et électriques de la combinaison d'un relais et d'une embase.

Pour le mesurage de la résistance entre les bornes du relais statique et celles de l'embase, il est permis d'utiliser un relais statique fictif (par exemple en court-circuitant les bornes de sortie du relais statique).

Les essais doivent être réalisés avec les embases spécifiées et mentionnées dans la documentation du relais statique.

NOTE 2 Dans le domaine d'application du présent document, seule la combinaison d'un relais statique et de son embase spécifiée peut être évaluée.