

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electromechanical elementary relays –
Part 10: Additional functional aspects and safety requirements for high-capacity
relays**

**Relais électromécaniques élémentaires –
Partie 10: Aspects fonctionnels et exigences de sécurité supplémentaires pour
les relais à grande capacité**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electromechanical elementary relays –
Part 10: Additional functional aspects and safety requirements for high-capacity
relays**

**Relais électromécaniques élémentaires –
Partie 10: Aspects fonctionnels et exigences de sécurité supplémentaires pour
les relais à grande capacité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.70

ISBN 978-2-8322-7148-3

**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.**

Figure P.1 – Test equipment for flexion test.....	42
Figure Q.1 – Temperature cycle.....	44
Figure R.1 – Short-circuit capacity test circuit.....	47
Figure T.1 – Short voltage drop for system with nominal voltages.....	55
Figure T.2 – Supply voltage profile for the reset test.....	56
Figure T.3 – PSD of acceleration versus frequency.....	59
Figure T.4 – PSD of acceleration versus frequency.....	60
Table 1 – Type testing.....	9
Table 2 – Required relay data.....	9
Table 3 – Test conductor for test current above 400 A and up to 800 A inclusive dependent on the current carried by the terminal.....	11
Table 4 – Test copper bars for test current above 400 A and up to 1 000 A inclusive dependent on the current carried by the terminal.....	11
Table 5 – Dielectric strength – AC.....	12
Table 6 – Dielectric strength – DC.....	13
Table 7 – Minimum clearances in air for insulation coordination.....	15
Table B.1 – Verification of the making and breaking capacity (abnormal conditions).....	21
Table B.2 – Verification of the making and breaking capacity (normal conditions).....	22
Table B.3 – Electrical endurance test.....	23
Table G.1 – Correspondence between the nominal voltage of the supply system and the equipment rated impulse withstand voltage, in case of overvoltage protection by surge-arresters according to IEC 61810-1.....	28
Table P.1 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw- type terminals.....	39
Table P.2 – Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors.....	41
Table P.3 – Test values for pull-out test for flat copper conductors.....	43
Table S.1 – Special tests for photovoltaic system.....	50
Table S.2 – Number of operating cycles.....	51
Table S.3 – Special tests.....	52
Table T.1 – Special test for road vehicles.....	53
Table T.2 – Supply voltage for $U_N = 12$ V system devices.....	57
Table T.3 – Supply voltage for $U_N = 24$ V system devices.....	57
Table T.4 – Values for PSD and frequency.....	59
Table T.5 – Values for PSD and frequency.....	60
Table T.6 – Values for PSD and frequency, additional test in case of natural frequencies, f_n , of DUT below 30 Hz.....	61

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMECHANICAL ELEMENTARY RELAYS –**Part 10: Additional functional aspects and safety requirements for high-capacity relays**

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.

The International Standards of the IEC 61810 have been prepared by IEC technical committee 94: All-or-nothing electrical relays.

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

FDIS	Report on voting
94/453/FDIS	94/458/RVD

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

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

A list of all parts of IEC 61810 series, published under the general title *Electromechanical elementary relays*, can be found on the IEC website.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 61810-1:2015.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://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.

ELECTROMECHANICAL ELEMENTARY RELAYS –

Part 10: Additional functional aspects and safety requirements for high-capacity relays

1 Scope

This part of IEC 61810, with functional and safety aspects, applies to electromechanical elementary relays (non-specified time all-or-nothing relays) with high capability requirements like breaking or short circuit capabilities and similar for incorporation into low-voltage equipment. These relays may have a specific design to extinguish the electric arc between contacts (e.g. by magnetic blow-out), or use an insulation coordination not covered by IEC 61810-1 (e.g. by gas filled contact chambers), or require safety assessments not covered by IEC 61810-1 (e.g. for higher loads).

It defines additional requirements for high-capacity relays with generic performance intended for use in applications in smart grids, electric vehicles and other applications where, for example, battery charge/discharge switching is used, such as:

- electrical energy storage (EES) systems,
- solar photovoltaic energy systems,
- electric road vehicles (EV) and electric industrial trucks,
- power electronic systems and equipment,
- secondary cells and batteries,
- road vehicles.

Compliance with the requirements of this standard is verified by the type tests indicated.

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 60028, *International standard of resistance for copper*

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

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

IEC 60068-2-17, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-64:2008, *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

IEC 60270, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

IEC 60664-1:2007, *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 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60999-1, *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 60999-2, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm² up to 300 mm² (included)*

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

ISO 16750-1:2018, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 1: General*

ISO 16750-2:2012, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 2: Electrical loads*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61810-1 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>

NOTE In the text of this document, the term "relay" is used instead of "elementary relay" to improve the readability.

3.5 Terms and definitions related to contacts

Addition to IEC 61810-1:2015:

3.5.23

polarity of contact

indication of which terminal of a contact is to be connected to the positive supply and which to the negative

3.5.24

arcing time

<of a pole or a fuse> interval of time between the instant of the initiation of the arc in a pole or a fuse and the instant of final arc extinction in that pole or that fuse

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-17-37]

4 Influence quantities

Clause 4 of IEC 61810-1 is applicable.

5 Rated values

Clause 5 of IEC 61810-1 is applicable, except as follows.

5.6 Electrical endurance

Recommended number of cycles: 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500; 1 000; 2 000; 3 000; 5 000; 6 000; 10 000; 20 000; 25 000; 30 000; 50 000; 100 000; 200 000; 300 000; 500 000; etc.

5.7 Frequency of operation

Recommended frequencies: 180/h; 360/h; 720/h; 900/h and multiples thereof.

0,05 Hz; 0,1 Hz; 0,2 Hz; 0,25 Hz and multiples thereof.

5.8 Contact loads

a) Resistive loads, recommended values

Current: 0,1 A; 0,5 A; 1 A; 2 A; 3 A; 5 A; 6 A; 8 A; 10 A; 12 A; 16 A; 20 A; 25 A; 30 A; 35 A; 60 A; 100 A; 120 A; 150 A; 200 A; 300 A; 400 A; 600 A; 800 A; 1 000 A (AC/DC).

Voltage: 4,5 V; 5 V; 12 V; 24 V; 36 V; 42 V; 48 V; 110 V; 125 V; 230 V; 250 V; 300 V; 380 V; 400 V; 480 V; 500 V; 575 V; 600 V; 690 V; 1 000 V (AC/DC); 1 200 V DC; 1 500 V DC.

b) Recommended inductive loads: see Annex B.

c) Recommended capacitive loads: see Annex D of IEC 61810-1:2015.

6 General provisions for testing

Clause 6 of IEC 61810-1 is applicable, except as follows.

Deviating from IEC 61810-1, the specimens shall be grouped in 8 inspection lots, and the related tests shall be taken from Table 1 of this document.

Table 1 of this document replaces Table 3 of IEC 61810-1:2015.

Table 1 – Type testing

Inspection lot	Tests	Clause	Additional references
1	Marking and documentation	7	IEC 60417
	Heating (all coil voltages)	8	IEC 60085
	Basic operating function (all coil voltages)	9	
2	Dielectric strength	10	
3	Electrical endurance (per contact load and contact material)	11	
4	Mechanical endurance	12	
5	Clearances, creepage distances and distances through solid insulation	13	IEC 60664-1
6	Insulation coordination evaluation as a system (if applicable)	13.6	IEC 60060-1
	Screw type terminals and screwless terminals (if applicable)	14.2	IEC 60999-1
	Flat quick-connect terminations (if applicable)	14.3	IEC 61210
	Solder terminals (if applicable)	14.4	IEC 60068-2-20
	Sockets (if applicable)	14.5	IEC 61984
	Alternative termination types (if applicable)	14.6	
	Sealing (if applicable)	15	IEC 60068-2-17
7	Heat and fire resistance	16	IEC 60695-2-10
8	Leaking test (sealed relay only)	Annex Q	IEC 60068-2-14
			IEC 60068-2-17
<p>NOTE The number of coil voltages in inspection lot 1 to be tested can be reduced under certain conditions explained in Clauses 8 and 9.</p> <p>Beside the defined minimum requirements, deviations of test conditions and procedures could be specified by the manufacturer in the inspection lot 8.</p>			

7 Documentation and marking

Clause 7 of IEC 61810-1:2015 is applicable with the additions given in Table 2 of this document.

Table 2 – Required relay data

N°	Data	Notes	Place of indication
2d	Coil polarity	N/A in case of non-polarized coil	Relay and/or catalogue or instruction sheet
3h	Classification of load and polarity of contacts	For DC only use: +, - For AC/DC use: +/~, -/~, ~	Relay and/or catalogue or instruction sheet
5l	Limited short circuit capacity	Specify the fuses or current limiting device (if applicable)	Catalogue or instruction sheet

8 Heating

Clause 8 of IEC 61810-1:2015 is applicable with the following changes/additions.

8.4.4 Screw and screwless type terminals

The electrical interconnections between the relays are made with bare rigid conductors (= default, however the usage of flexible conductors is allowed if defined from the manufacturer; this shall be stated in the documentation and in the test report) in accordance with Table 10 of IEC 61810-1:2015 with a maximum of 400 A, and in accordance with Table 3 with a maximum of 800 A. The connections of the relay to the voltage or current source(s) are realized with flexible conductors in accordance with Table 10 of IEC 61810-1:2015 with a maximum of 400 A, and in accordance with Table 3 with a maximum of 800 A. The electrical interconnections between the relays are made with copper bars in accordance with Table 4 with a maximum of 1 000 A. Any fixture to hold the flexible-connected test samples in place is not allowed to have any impact on the results.

The temperature rise at the terminals shall not exceed 45 K. This may be verified without the temperature rise influence of the relay contacts and the coil (e.g. bridged or short-circuited or soldered relay contacts).

8.4.5 Alternative termination types

The electrical interconnections between the relays are made with bare rigid conductors in accordance with Table 10 of IEC 61810-1:2015 with a maximum of 400 A, and in accordance with Table 3 with a maximum of 800 A. The connections of the relay to the voltage or current source(s) are realized with flexible conductors in accordance with Table 10 of IEC 61810-1:2015 with a maximum of 400 A, and in accordance with Table 3 with a maximum of 800 A. The electrical interconnections between the relays are made with copper bars in accordance with Table 4 with a maximum of 1 000 A.

The temperature rise at the terminals shall not exceed 45 K. This may be verified without the temperature rise influence of the relay contacts and the coil (e.g. bridged or short-circuited or soldered relay contacts).

8.4.6 Sockets

The maximum steady-state temperature limits permissible for the connections between relay and socket as well as for the insulating materials of both relay and socket adjacent to the connection shall not be exceeded.

The electrical interconnections between the sockets are made with conductors in accordance with Table 10 of IEC 61810-1:2015 with a maximum of 400 A, and in accordance with Table 3 with a maximum of 800 A. The connections of the sockets to the voltage or current source(s) are realized with flexible conductors in accordance with Table 10 of IEC 61810-1:2015 with a maximum of 400 A, and in accordance with Table 3 with a maximum of 800 A.

The electrical interconnections between the sockets are made with copper bars in accordance with Table 4 with a maximum of 1 000 A.

The mounting distance between sockets shall be specified by the manufacturer.

Table 3 – Test conductor for test current above 400 A and up to 800 A inclusive dependent on the current carried by the terminal

Current carried by the terminal ^a A		Conductor ^{b,c,d,e}			
Above	Up to and including	Number	Size mm ²	Number	Size kcmil
400	500	2	150	2	250
500	630	2	185	2	350
630	800	2	240	3	300

^a The value of test current shall be greater than the first value in the first column and less than or equal to the second value in that column

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

^c The tables give alternative sizes for conductors in the metric and AWG/kcmil system and for bars in millimetres and inches. Comparison between AWG/kcmil and metric sizes is given in Table 1 of IEC 60947-1:2007.

^d Either of the two conductors specified for a given test current range may be used.

^e When a dimension of a wire is not available, the next smallest available standard wire size shall be used.

^f Minimum conductor length for testing is 1 400 mm .

NOTE This table is based on Table 10 of IEC 60947-1:2007.

Table 4 – Test copper bars for test current above 400 A and up to 1 000 A inclusive dependent on the current carried by the terminal

Current carried by the terminal ^a A		2 set copper bars ^{b,c,d,e}		
Above	Up to and including	Number	Dimension mm ²	Dimension inches
400	500	2	30 × 5	1 × 0,250
500	630	2	40 × 5	1,25 × 0,250
630	800	2	50 × 5	1,5 × 0,250
800	1 000	2	60 × 5	2 × 0,250

^a The value of test current shall be greater than the first value in the first column and less than or equal to the second value in that column

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

^c Either of the two conductors specified for a given test current range may be used.

^d Bars are assumed to be arranged with their long faces vertical. Arrangements with long faces horizontal may be used if specified by the manufacturer.

^e Minimum conductor length for testing is 1 400 mm (including the length of flexible conductors).

^f The tables give alternative sizes for bars in millimetres and inches.

NOTE This table is based on Table 11 of IEC 60947-1:2007.

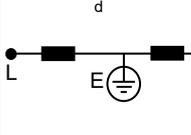
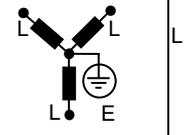
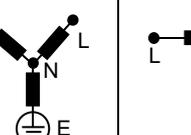
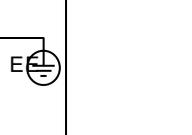
9 Basic operating function

Clause 9 of IEC 61810-1:2015 is applicable.

10 Dielectric strength

Clause 10 of IEC 61810-1:2015 is applicable with the following changes/additions: Table 5 and Table 6 of this document replace Table 13 and Table 14 of IEC 61810-1:2015.

Table 5 – Dielectric strength – AC

Insulation or disconnection to be tested ^g	Test voltage ^{a b} depending on the rated voltage of the circuit (RMS values)								
	^c Up to and including 50 V	50 V to 120 V	100 V to 200 V 120 V to 240 V 125 V to 250 V	230 V / 400 V 277 V / 480 V	400 V / 400/ $\sqrt{3}$ V 480 V / 480/ $\sqrt{3}$ V	> 480 V			
									
	L - E	L - E	L - E L - L	L - E L - L	L - E L - L	L - E L - L	L - E		
	V	V	V		V		V		
Functional insulation ^h	500	1 300	1 300 1 500	1 500 1 700	1 700 1 700	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (rounded)			
Basic insulation ⁱ	500	1 300	1 300 ---	1 500 ---	1 700 ---	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (rounded)			
Basic insulation (Test procedure B)	500	1 000 + 2 times rated voltage							
Supplementary insulation ⁱ	---	1 300	1 300 ---	1 500 ---	1 700 ---	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (rounded)			
Reinforced or double insulation ⁱ	500	2 600	2 600 ---	3 000 ---	3 400 ---	$2 \times (U_n + 1\,200\text{ V})$ (rounded)			
Micro-disconnection ^j	400	400	400 500	500 700	700 700	$U_n + 250\text{ V}$			
Full-disconnection	500	1 300	1 300 1 500	1 500 1 700	1 700 1 700	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (rounded)			

^a The high-voltage transformer used for the test shall be designed so that, when the output terminals are short-circuited after the output voltage has been adjusted to the test voltage, the output current is at least 200 mA. The overcurrent relay shall not trip when the output current is less than 3 mA. Care shall be taken to ensure that the RMS value of the test voltage is measured within $\pm 3\%$.

^b For functional, basic and supplementary insulation as well as for full disconnection, the values are derived from the formula $U_n + 1\,200\text{ V}$ (rounded). The reinforced level from 50 V up is consequently two times higher. For micro-disconnection, the values are derived from the formula $U_n + 250\text{ V}$ (rounded), with U_n being the nominal voltage of the supply system.

^c Up to and including 50 V: not to be connected direct to the supply mains. No temporary overvoltages in accordance with IEC 60364-4-44 are expected to occur.

^d Single-phase system, mid-point earthed.

^e Three-phase system, mid-point earthed.

^f Three-phase system, one phase earthed.

^g Special components which might render the test impractical such as light emitting diodes, free-running diodes, varistors are disconnected at one pole, or bridged, or removed, as appropriate to the insulation being tested.

^h An example is the insulation between contacts necessary for proper function only.

ⁱ For the test of basic, supplementary and reinforced insulation, all live parts are connected together and care shall be taken to ensure that all moving parts are in the most unfavourable position.

^j Contact gap ensuring proper function of the contact (covers also micro-interruption).

Table 6 – Dielectric strength – DC

Insulation or disconnection to be tested ^d	Test voltage ^{a b} depending on the rated voltage of the circuit							
	^c Up to and including 50 V	Above 50 V up to including 120 V	120 V to 250 V 125 V to 250 V		240 V to 480 V		> 480V	
	L – E	L – E	L – E	L – L	L – E	L – L	L – E	
	V		V		V			
Functional insulation ^e	500	1 300	1 300	1 500	1 500	1 700	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (rounded)	
Basic insulation ^f	500	1 300	1 300	---	1 500	---	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (rounded)	
Basic insulation (Test procedure B)	500	1 000 + 2 times rated voltage						
Supplementary insulation ^f	---	1 300	1 300	---	1 500	---	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (rounded)	
Reinforced or double insulation ^f	500	2 600	2 600	---	3 000	---	$2 \times (U_n + 1\,200\text{ V})$ (rounded)	
Micro-disconnection ^g	400	400	400	500	500	700	$U_n + 250\text{ V}$	
Full-disconnection	500	1 300	1 300	1 500	1 500	1 700	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (rounded)	

^a The high-voltage transformer used for the test shall be designed so that, when the output terminals are short-circuited after the output voltage has been adjusted to the test voltage, the output current is at least 200 mA. The overcurrent relay shall not trip when the output current is less than 3 mA. Care shall be taken that the value of the test voltage is measured within $\pm 3\%$.

^b For functional, basic and supplementary insulation, as well as for full disconnection, the values are derived from the formula $U_n + 1\,200\text{ V}$ (rounded). The reinforced level from 50 V up is consequently two times higher. For micro-disconnection, the values are derived from the formula $U_n + 250\text{ V}$ (rounded), with U_n being the nominal voltage of the supply system.

^c Up to and including 50 V: Not to be connected direct to the supply mains. No temporary overvoltages according to IEC 60364-4-44 are expected to occur.

^d Special components which might render the test impractical such as light emitting diodes, free-running diodes, varistors are disconnected at one pole, or bridged, or removed, as appropriate to the insulation being tested.

^e An example is the insulation between contacts necessary for proper function only.

^f For the test of basic, supplementary and reinforced insulation, all live parts are connected together and care shall be taken to ensure that all moving parts are in the most unfavourable position.

^g Contact gap ensuring proper function of the contact (covers also micro-interruption).

11 Electrical endurance

Clause 11 of IEC 61810-1:2015 is applicable with the following changes/additions.

11.1 General

If the relay has a defined polarity of a contact, the manufacturer shall specify an appropriate schematics for contact loading for the test, which may deviate from the schematics of Table 16 of IEC 61810-1:2015.

The heating test after the electrical endurance is mandatory if prescribed by the relevant product application annex of this document (e.g. Annex S for photovoltaic systems), or by application standards (e.g. IEC 60730-1 or IEC 60669-1).

11.2 Overload test

For the overload test, a number of cycles specified by the manufacturer is allowed.

11.3 Severity

The first detected temporary malfunction is defined as a failure (Severity A in accordance with 4.30.2 of IEC 61810-7:2006).

12 Mechanical endurance

Clause 12 of IEC 61810-1:2015 is applicable with Table 5 and Table 6.

13 Clearances, creepage distances and solid insulation

Clause 13 of IEC 61810-1:2015 is applicable with the following changes/additions.

13.1 General provisions

The first two sentences of this subclause of IEC 61810-1:2015 are deleted and replaced by:

The requirements and tests indicated in this clause are based on IEC 60664-1 and additionally allow the evaluation of the insulation evaluation as a system based on IEC 60060-1.

13.1.b) the third bullet point is changed as following:

- the partial discharge test under 5.8.5 of IEC 60664-3:2016 is required for peak voltages above 700 V;

13.2 Clearances and creepage distances

Table 18 of IEC 61810-1:2015 is replaced by the following Table 7.

Table 7 – Minimum clearances in air for insulation coordination

Impulse withstand voltage ^a	Minimum clearances up to 2 000 m above sea level ^{c d}		
	Pollution degree ^e		
	1	2	3
kV	mm	mm	mm
0,33 ^b	0,01	0,2 ^c	0,8
0,40	0,02	0,2 ^c	0,8
0,50 ^b	0,04	0,2 ^c	0,8
0,60	0,06	0,2	0,8
0,80 ^b	0,10	0,2	0,8
1,0	0,15	0,2	0,8
1,2	0,25		0,8
1,5 ^b	0,5		0,8
2,0	1,0		
2,5 ^b	1,5		
3,0	2,0		
4,0 ^b	3,0		
5,0	4,0		
6,0 ^b	5,5		
8,0 ^b	8,0		
10	11		
12 ^b	14		
15 ^b	18		
18 ^b	22		
20 ^b	25		

^a This voltage is

- for basic insulation directly exposed to or significantly influenced by transient overvoltages from the low-voltage mains: the rated impulse voltage of the equipment;
- for other basic insulation: the highest impulse voltage that can occur in the circuit;
- for reinforced insulation, see footnotes a and b of Table 17 of IEC 61810-1:2015.

In special cases, intermediate values derived by interpolation may be used for the dimensioning of clearances.

^b Preferred values for relating to the overvoltage category (see Annex G).

^c For printed wiring material, the values for pollution degree 1 apply except that the value shall not be less than 0,04 mm, as specified in Table 20 of IEC 61810-1:2015.

^d As the dimensions in Table 18 of IEC 61810-1:2015 are valid for altitudes up to and including 2 000 m above sea level, clearances for altitudes above 2 000 m are to be multiplied by the altitude correction factor specified in Table A.2 of IEC 60664-1:2007.

^e Details regarding pollution degrees are specified in Annex H of IEC 61810-1:2015.

13.3 Solid insulation

13.3.1 General

Solid insulation shall be capable of durably withstanding electrical and mechanical stresses as well as thermal and environmental influences that may occur during the anticipated life of the relay.

The qualification of the solid insulation shall be verified by dielectric tests in accordance with 10.2 of IEC 61810-1:2015 based on the Tables 5 and 6, immediately after the preconditioning of 10.1 of IEC 61810-1:2015.

There is no dimensional requirement for the thickness of functional and basic insulation.

The basic insulation is always directly adjacent to the hazardous potential.

The distances through insulation for supplementary and reinforced insulation shall not be smaller than 1 mm.

NOTE The distance through insulation can however be reduced when the relevant IEC standard for specific equipment into which the relay is to be incorporated allows this.

Alternative to the solid insulation requirements above, supplementary or reinforced insulation could be realized with multilayer solutions and/or other minimum thicknesses as defined within other valid IEC standards (e.g. IEC 60065, IEC 60335, IEC 60730) and shall be described within the datasheet.

The requirement indicated above does not mean that the specified distance through insulation has to be achieved only by solid insulation. The insulation may comprise solid material and one or more air gaps.

This requirement, however, is not applicable where the insulation consists of thin layers, except for mica and similar scaling material, and if

- for supplementary insulation, the insulation consists of at least two layers, provided that each of the layers withstands the dielectric strength test of 10.2 of IEC 61810-1:2015 for supplementary insulation;
- for reinforced insulation, the insulation consists of at least three layers, provided that any two layers withstands the dielectric strength test of 10.2 of IEC 61810-1:2015 for reinforced insulation.

13.3.2 Partial discharge

For components designed for more than 700 V peak the partial discharge can occur. The test in accordance with IEC 60664-1:2007, 6.1.3.5 shall be carried out to verify that no partial discharge occur. The test set-up shall be in accordance with C.1.2 of IEC 60664-1:2007. The factors F_1 to F_4 shall be applied, a partial discharge limit of 5pC shall be set, t_1 shall be 5 s and t_2 shall be 10s. The measurement shall be done with narrow banded test equipment in accordance with IEC 60270. If other conditions are applied on demand of the manufacturer, the deviations shall be noted in the test report.

The AC testing method is preferable. However, for specific DC dedicated designs with a polarized contact system, using the AC method can lead to wrong or failed results.

13.6 Insulation coordination evaluation as system

13.6.1 General

Insulation systems where the IEC 60664 series does not or only partly apply, shall be evaluated in accordance with this clause. Typical example are gas-filled relays.

For such cases the evaluation shall be done in a manner similar to the statistic evaluation of IEC 60060-1.

13.6.2 Special procedure

The insulation coordination of gas-filled relays shall be evaluated according to the following. This procedure shall be applied for the evaluation of isolation between open contacts and can be applied for systems where insulation distances are composed of a part in air and another part where IEC 60664 does not apply.

In the case of compound insulation distances, at least one of the distances shall withstand the given insulation requirements. In cases where double or reinforced insulation is required, either one distance shall comply with the requirements of double or reinforced insulation, or each distance shall comply with the basic insulation requirement. In this case, the insulation system shall be evaluated in accordance with the requirements of 13.2 and 13.6, accordingly.

13.6.3 Condition

The principle conditions shall be given to apply this following procedure:

- the design shall be considered as partial-discharge free;
- the sealing has to be ensured for the product's lifetime;
- a possible flashover happens always between the contacts (clearance);
- the used test voltage shall be 1,2/50 µs impulse voltage.

The dielectric strength of the complete design is defined with $U_{50}^* - 3\sigma$ as the minimum dielectric strength of the system and shall be higher than the rated impulse withstand voltage in accordance with Table G.1. The altitude correction in accordance with Table F.5 of IEC 60664-1:2007 shall be used if applicable.

13.6.4 Test procedure

Evaluation of the fifty percent disruptive discharge voltage U_d^* shall be done in a manner similar to IEC 60060-1:2010, A.1.2.

- As the level of the first flashover is unknown in most cases, the increase method is recommended (see Figure 1 lower example).
- The increase or decrease of the pulse depends on the result of the previous shoot (see Figure 1 below, except that $n = 1 \rightarrow$ voltage change after each shot). No breakdown of the solid insulation or via creepages are allowed.
- For each polarity, at least 100 shots (counter i is the number of accepted voltage levels, at least 2 voltage events shall be recorded to consider a voltage level as accepted) shall be carried out. For non-polarized contact systems, both directions have to be tested.

13.6.5 Data evaluation

The data evaluation follows IEC 60060-1:2010, A.3.2

The estimation of the calculated disruptive discharge voltage is calculated in accordance with

$$U_{50}^* = U_p^* = \sum_i \frac{k_i \times U_i}{m}$$

In accordance with IEC 60060-1:2010, Table A.1 and $n = 1 \rightarrow p = 0,50$

16 Heat and fire resistance

Clause 16 of IEC 61810-1 is applicable.

17 Special tests

Special specifications for a relay for requirements requested by application standards or special applications are defined in Annex P, Annex R, Annex S and Annex T when specified by the manufacturer.

They state requirements where relays are specified by the manufacturer to perform their function under certain conditions different from normal service conditions as described in Clause 6.

Annex P states the test conditions and sequences and the results to be obtained when the manufacturer specifies increased strength requirements to terminals.

Annex R states the test conditions and sequences and the results to be obtained when the manufacturer specifies a short circuit capacity for the relay.

Annex S states applicable tests when the manufacturer specifies the relay as a relay for photovoltaic applications.

Annex T states applicable tests when the manufacturer specifies the relay as a relay for use in road vehicles.

As special tests, all these additional tests are not mandatory, and it is not required for a relay to satisfy any of these tests to conform to this document.

NOTE Specific requirements for such tests and further application driven requirements and consequently definitions are under investigation.

Annex A
(normative)

Explanations regarding relays

Annex A of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex B (informative)

Inductive contact loads

Annex B of IEC 61810-1:2015 is applicable, except the following amendments in Tables B.1, B.2 and B.3.

Table B.1 – Verification of the making and breaking capacity (abnormal conditions)

Classification	Making			Breaking			Number of cycles and frequency		
	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	Number of cycles	Frequency in cycles per minute	Duration of energization s
AC inductive load (contactor coil, solenoid valve)	10	1,1	0,3	10	1,1	0,3	10	6	0,04
	Total number of cycles						10		
	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	Number of cycles	Frequency in cycles per minute	Duration of energization
DC inductive load (contactor coil, solenoid valve)	1,1	1,1	$6 \times P^a$	1,1	1,1	$6 \times P^a$	10	6	$T_{0,95}$
	Total number of cycles						10		
	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	Number of cycles	Frequency in cycles per minute	Duration of energization
DC inductive load (shunt-motors, starting, plugging, inching, dynamic breaking of motors)	4	1,05	7,5 ms ^b	1,05	1,05	7,5 ms	1	6	0,2 s
	Total number of cycles						1		
I_e	Rated operating current					I	Switching current		
U_e	Rated operating voltage					U	Switching voltage		
$P = U_e \times I_e$	Steady-state power in W					$T_{0,95}$	Time to reach 95 % of the steady-state current in ms		
^a 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.									
^b The inductive load in $P = U \times I > 50$ W and cannot do a typical classification, where $T_{0,95} = 7,5$ ms.									

Table B.2 – Verification of the making and breaking capacity (normal conditions)

Classification	Making			Breaking			Number of cycles and frequency		
	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	Number of cycles	Frequency in cycles per minute	Duration of energization s
AC inductive load (contactor coil, solenoid valve)	10	^c	0,3	1	^c	0,3	50	6	0,05
	10	1	0,3	1	1	0,3	10	> 60 ^b	0,05
	10	1	0,3	1	1	0,3	990	60	0,05
	10	1	0,3	1	1	0,3	5 000	6	0,05
	Total number of cycles						6 050		
	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	Number of cycles	Frequency in cycles per minute	Duration of energization
DC inductive load (contactor coil, solenoid valve)	1	^c	$6 \times P^a$	1	^c	$6 \times P^a$	50	6	$T_{0,95}$
	1	1	$6 \times P^a$	1	1	$6 \times P^a$	10	> 60 ^b	$T_{0,95}$
	1	1	$6 \times P^a$	1	1	$6 \times P^a$	990	60	$T_{0,95}$
	1	1	$6 \times P^a$	1	1	$6 \times P^a$	5 000	6	$T_{0,95}$
	Total number of cycles						6 050		
	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	Number of cycles	Frequency in cycles per minute	Duration of energization
DC inductive load (Shunt-motors, starting, plugging, inching, Dynamic breaking of motors)	4	1,05	7,5 ms ^d	1,5	1,05	7,5 ms ^d	As specified by the manufacturer	6	0,2 s
	4	1,05	7,5 ms ^d	1,05	1,05	7,5 ms ^d	As specified by the manufacturer	6	0,2 s
	Total number of cycles								
I_e	Rated operating current					I	Switching current		
U_e	Rated operating voltage					U	Switching voltage		
$P = U_e \times I_e$	Steady-state power in W					$T_{0,95}$	Time to reach 95 % of the steady-state current in ms		
^a 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.									
^b With maximum permissible frequency (ensuring reliable making and breaking of the contacts).									
^c The test is carried out at a voltage of $U_e \times 1,1$, with the test current I_e adjusted at U_e .									
^d The inductive load in $P = U \times I > 50$ W and cannot do a typical classification, where $T_{0,95} = 7,5$ ms.									

Table B.3 – Electrical endurance test

Current	Classification	Making			Breaking		
AC	inductive load (contactor coil, solenoid valve)	I	U	$\cos \varphi$	I	U	$\cos \varphi$
		$10 I_e$	U_e	0,7 ^a	I_e	U_e	0,4 ^a
DC ^b	inductive load (contactor coil, solenoid valve)	I	U	$T_{0,95}$	I	U	$T_{0,95}$
		I_e	U_e	$6 \times P$ ^c	I_e	U_e	$6 \times P$ ^c
DC ^b	inductive load (shunt-motors, starting, plugging, inching, dynamic breaking of motors)	$4 I_e$	$1,05 U_e$	$7,5 \text{ ms}^d$	$1,05 I_e$	$1,05 U_e$	$7,5 \text{ ms}^d$
I_e	Rated operating current			I	Switching current		
U_e	Rated operating voltage			U	Switching voltage		
$P = U_e \times I_e$	Steady-state power in W			$T_{0,95}$	Time to reach 95 % of the steady-state current in ms		
<p>^a The power factors indicated are conventional values and appear only in test circuits in which electrical characteristics of coils are simulated. Reference is made to the fact that for circuits with a power factor of 0,4 shunt resistors are used to simulate the damping effect due to eddy current losses.</p> <p>^b For DC inductive loads provided with a switching device to operate an economy resistor, the rated operating current shall be equal to at least the highest making current.</p> <p>^c The value "$6 \times P$" is derived from an empirical relation appropriate for most of the DC inductive loads up to $P = 50 \text{ W}$, where $6 \times P = 300 \text{ ms}$. 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.</p> <p>^d The inductive load in $P = U \times I > 50 \text{ W}$ and cannot do a typical classification, where $T_{0,95} = 7,5 \text{ ms}$.</p>							

Annex C
(normative)

Test set-up

Annex C of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex D
(informative)

Special loads

Annex D of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex E
(normative)

Heating test arrangement

Annex E of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex F
(normative)

Measurement of clearances and creepage distances

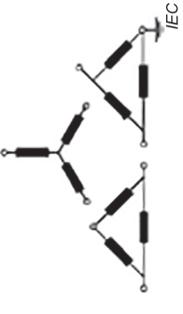
Annex F of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex G
(normative)

Relation between rated impulse voltage, nominal voltage and overvoltage category

This Table G.1 replaces Table G.1 of IEC 61810-1:2015:

Table G.1 – Correspondence between the nominal voltage of the supply system and the equipment rated impulse withstand voltage, in case of overvoltage protection by surge-arresters according to IEC 61810-1

Maximum value of rated operational voltage to earth	Nominal voltage of the supply system ^a (≤ rated insulation voltage of the equipment)				Preferred values of rated impulse withstand voltage (1,2/50 μs) at 2 000 m kV			
	 AC RMS V	 AC RMS V	 AC RMS or DC V	 AC RMS or DC V	Overvoltage category			
					IV Origin of installation (service entrance) level	III Distribution circuit level	II Load (appliance, equipment) level	I Specially protected level
50	-	-	12,5, 24, 25 30, 42, 48	60 to 30	1,5	0,8	0,5	0,33
100	66/115	66	60	-	2,5	1,5	0,8	0,5
150	120/208 127/220	115, 120 127	110, 120	220 to 110, 240 to 120	4	2,5	1,5	0,8
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	200, 220, 230 240, 260 277	220	440 to 220	6	4	2,5	1,5
600	347/600, 380/660 400/690, 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577, 600	480	960 to 480	8	6	4	2,5
1 250	-	660, 690, 720 830, 1 000	1 000	-	12	8	6	4
1 500					15	12	8	6
2 000					18	15	12	8
3 000 ^b					20	18	15	12

<p>Remark: The descriptions of overvoltage categories below are for information. The actual overvoltage category to be considered has to be taken from the product standard defining the application of the relay.</p>	
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 degree 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.
a	In accordance with IEC 60038.
b	For DC only.
c	For unearthed or impedance-earthed three-phase three-wire systems and single-phase two-wire systems, use the line-to-line voltage. For three-phase four-wire systems and for single-phase three-wire systems, use the line-to-neutral voltage. For a product or for equipment, use the rated insulation voltage when specified and otherwise the highest rated voltage. For an installation in a supply system, use the highest continuous voltage. If the highest continuous voltage is not more than 10 % higher than the nominal voltage, the nominal voltage may be used.

Annex H
(normative)

Pollution degrees

Annex H of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex I
(normative)

Proof tracking test

Annex I of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex J
(informative)

Schematic diagram of families of terminations

Annex J of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex K
(normative)

Glow-wire test

Annex K of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex L
(normative)

Ball pressure test

Annex L of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex M
(informative)

Needle flame test

Annex M of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex N
(informative)

Resistance for standard soldering processes

Annex N of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex O
(informative)

Risk assessment

Annex O of IEC 61810-1:2015 is applicable.

Annex P (informative)

Mechanical properties of terminals

P.1 General

This annex on the testing of mechanical properties of terminals is based on IEC 60947-1. Terminals constructional requirements are as follows.

All parts of terminals that maintain contact and carry current shall be of metal having adequate mechanical strength.

Terminal connections shall be such that the conductors may be connected by means of screws, springs or other equivalent means so as to ensure that the necessary contact pressure is maintained.

Terminals shall be so constructed that the conductors can be clamped between suitable surfaces without any significant damage either to conductors or terminals. Terminals shall not allow the conductors to be displaced or be displaced themselves in a manner detrimental to the operation of equipment and the insulation voltage shall not be reduced below the rated values. If required by the application, terminals and conductors may be connected by means of cable lugs for copper conductors only.

NOTE 1 Examples of overall dimensions of terminal lugs suitable to be directly connected to the stud terminals of equipment are given in Annex P of IEC 60947-1.

Examples of terminals are given in Annex D of IEC 60947-1:2007. The requirements of this subclause shall be verified by the tests of P.2, P.3 and P.4, as applicable.

NOTE 2 North American countries have particular requirements for terminals suitable for aluminium conductors and marking to identify the use of aluminium conductors.

P.2 Mechanical strength of terminals

P.2.1 General

Unless otherwise stated by the manufacturer, each test shall be made on terminals in a clean and new condition. When tests are made with round copper conductors, these shall be of copper in accordance with IEC 60028. When tests are made with flat copper conductors, these shall have the following characteristics:

- minimum purity: 99,5 %;
- ultimate tensile strength: 200 N/mm² to 280 N/mm²;
- Vickers hardness: 40 to 65.

P.2.2 Procedure

Tests shall be made with the appropriate type of conductor having the maximum cross-sectional area. The conductor shall be connected and disconnected five times.

For screw-type terminals, the tightening torque shall be in accordance with Table P.1 or 110 % of the torque specified by the manufacturer, whichever is the greater. The test shall be conducted on two separate clamping units. Where a screw has a hexagonal head with means for tightening with a screwdriver and the values in columns II and III are different, the test is made twice, first applying to the hexagonal head the torque specified in column III, and then, on another set of samples, applying the torque specified in column II by means of a screwdriver. If the values in columns II and III are the same, only the test with the screwdriver

is made. Each time the clamping screw or nut is loosened, a new conductor shall be used for each tightening test.

Table P.1 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals

Diameter of thread mm		Tightening torque N·m		
Metric standard values	Range of diameter	I	II	III
1,6	≤1,6	0,05	0,1	0,1
2,0	>1,6 up to and including 2,0	0,1	0,2	0,2
2,5	>2,0 up to and including 2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	>2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	0,5
–	>3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	0,6
3,5	>3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	0,8
4,0	>3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	1,2
4,5	>4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	1,8
5	>4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	2,0
6	>5,3 up to and including 6,0	1,2	2,5	3,0
8	>6,0 up to and including 8,0	2,5	3,5	6,0
10	>8,0 up to and including 10,0	–	4,0	10,0
12	>10 up to and including 12	–	–	14,0
14	>12 up to and including 15	–	–	19,0
16	>15 up to and including 20	–	–	25,0
20	>20 up to and including 24	–	–	36,0
24	>24	–	–	50,0

Column I applies to screws without heads which, when tightened, do not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the root diameter of the screw.

Column II applies to nuts and screws which are tightened by means of a screwdriver.

Column III applies to nuts and screws which can be tightened by means other than a screwdriver.

P.2.3 Requirements

During the test, clamping units and terminals shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups that will impair the further use of the screwed connections.

P.3 Flexion test (testing for damage to and accidental loosening of conductors)

P.3.1 General

The test applies to terminals for the connection of unprepared round copper conductors, of number, cross-section and type (flexible and/or rigid (stranded and/or solid)), specified by the manufacturer.

NOTE An appropriate test for flat copper conductors can be made by agreement between the manufacturer and the user.

P.3.2 Procedure

The following tests shall be carried out using two new samples with

- a) the maximum number of conductors of the smallest cross-section connected to the terminal;
- b) the maximum number of conductors of the largest cross-section connected to the terminal;
- c) the maximum number of conductors of the smallest and largest cross-sections connected to the terminal.

Terminals intended for connection of either flexible or rigid (solid and/or stranded) conductors shall be tested with each type of conductor with different sets of samples.

Terminals intended for connection of both flexible or rigid (solid and/or stranded) conductors simultaneously shall be tested as stated in c) above.

The test is to be carried out with suitable test equipment. The specified number of conductors shall be connected to the terminal. The length of the test conductors should be 75 mm longer than the height H specified in Table P.2. The clamping screws shall be tightened with a torque in accordance with Table P.1 or with the torque specified by the manufacturer. The device tested shall be secured as shown in Figure P.1.

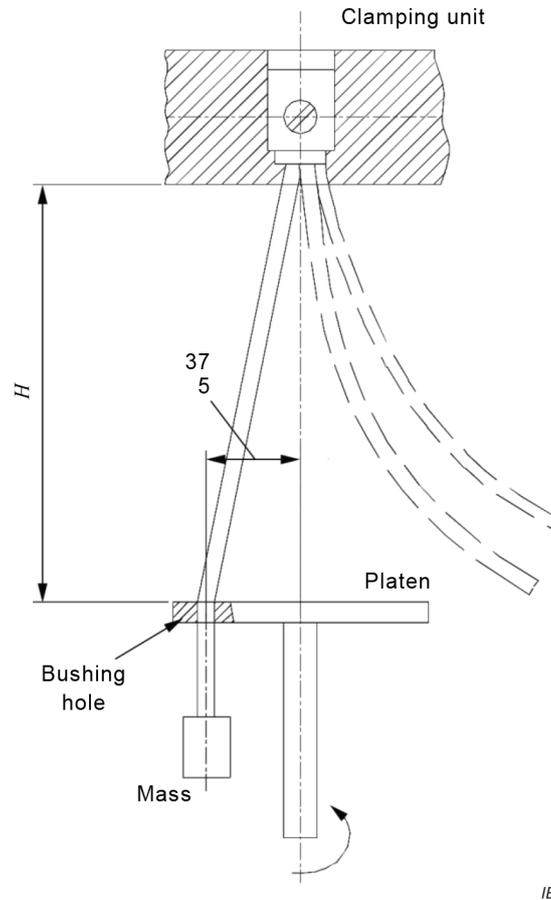
**Table P.2 – Test values for flexion and pull-out tests
for round copper conductors**

Conductor cross-section		Diameter of bushing hole ^{a, b}	Height H^a	Mass	Pulling force
mm ²	AWG/kcmil				
		mm	mm	kg	N
0,2	24	6,5	260	0,2	10
0,34	22	6,5	260	0,2	15
0,5	20	6,5	260	0,3	20
0,75	18	6,5	260	0,4	30
1,0	—	6,5	260	0,4	35
1,5	16	6,5	260	0,4	40
2,5	14	9,5	280	0,7	50
4,0	12	9,5	280	0,9	60
6,0	10	9,5	280	1,4	80
10	8	9,5	280	2,0	90
16	6	13,0	300	2,9	100
25	4	13,0	300	4,5	135
—	3	14,5	320	5,9	156
35	2	14,5	320	6,8	190
—	1	15,9	343	8,6	236
50	0	15,9	343	9,5	236
70	00	19,1	368	10,4	285
95	000	19,1	406	14	351
—	0000	19,1	368	14	427
120	250 kcmil	22,2	406	14	427
150	300 kcmil	22,2	406	15	427
185	350 kcmil	25,4	432	16,8	503
—	400 kcmil	25,4	432	16,8	503
240	500 kcmil	28,6	464	20	578
300	600 kcmil	28,6	464	22,7	578

^a Tolerances: for height $H \pm 15$ mm, for diameter of the bushing hole ± 2 mm.

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

Dimensions in millimetres



IEC

Figure P.1 – Test equipment for flexion test

Each conductor is subjected to circular motions in accordance with the following procedure:

The end of the conductor under test shall be passed through an appropriate size bushing in a platen positioned at a height H below the equipment terminal, as given in Table P.2. The other conductors shall be bent in order not to influence the result of the test. The bushing shall be positioned in the horizontal platen concentric with the conductor. The bushing shall be moved so that its centreline describes a circle of 75 mm diameter about its centre in the horizontal plane at $10 \text{ r/min} \pm 2 \text{ r/min}$. The distance between the mouth of the terminal and the upper surface of the bushing shall be within 15 mm of the height H in Table P.2. The bushing is to be lubricated to prevent binding, twisting or rotation of the insulated conductor. A mass as specified in Table P.2 is to be suspended from the end of the conductor. The test shall consist of 135 continuous revolutions.

P.3.3 Requirements

During the test, the conductor shall neither slip out of the terminal nor break near the clamping unit.

Immediately after the flexion test, each conductor under test shall be submitted in the test equipment to the pull-out test.

P.4 Pull-out test

P.4.1 General

Immediately after the flexion test, each conductor under test shall be submitted in the test equipment to the pull-out test.

P.4.2 Procedure

Following the rules of the flexion test, the pulling force given in Table P.2 for round copper conductors or Table P.3 for flat copper conductors shall be applied to the conductor tested in accordance with the flexion test.

The clamping screws shall not be tightened again for this test. The force shall be applied without jerks for 1 min.

Table P.3 – Test values for pull-out test for flat copper conductors

Maximum width of flat conductors	Pulling force
mm	N
12	100
14	120
16	160
20	180
25	220
30	280

P.4.3 Requirements

During the test, the conductor shall neither slip out of the terminal nor break near the clamping unit.

Annex Q (normative)

Long-term stability of the sealing (leak rate evaluation)

Q.1 General

This test applies where the sealing is needed to ensure the proper functionality/safety and specified parameter.

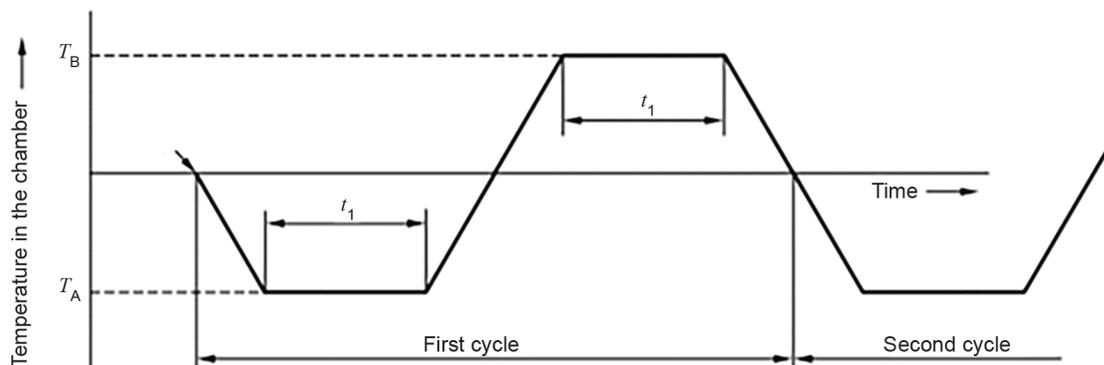
NOTE This test applies where the operational properties of the relay depend on an internal gas chamber (e.g. contact chamber) with specific properties (e.g. evacuated volume, gas-filled volume).

The test shall be carried out for RT IV or RT V requirements. Where applicable, the relevant gas chamber shall be tested separately. The leaking test is based on IEC 60068-2-14 and Clause 15 of IEC 61810-1:2015.

Q.2 Procedure

Q.2.1 Pre-conditioning

The relays shall to be subjected to temperature cycling in accordance with IEC 60068-2-14, test Nb, consisting of 50 cycles, each cycle consisting of 1 hour (t_1) at -40 °C (T_A) followed by 1 hour (t_1) at $+85\text{ °C}$ (T_B) as shown in Figure Q.1. Temperature change rate shall be 1 K/min.



IEC

Figure Q.1 – Temperature cycle

A higher rate of change may be used if the temperature measured on relay terminals reaches -37 °C at ambient -40 °C or $+82\text{ °C}$ at ambient $+85\text{ °C}$ before the end of the one hour exposure time (t_1).

At the conclusion of the 50 cycles, the relays shall be returned to room temperature of $(25 \pm 5)\text{ °C}$ for a minimum of 3 h.

Q.2.2 Evaluation

- Relay technology according to IEC 61810-1:2015 Table 2 shall be verified
- Visual inspection
- Verification of basic operating function in accordance with Clause 9.
- Heating test in accordance with Clause 8.

e) Dielectric strength in accordance with Clause 10.

NOTE Alternative procedure (electric arc discharge between contacts) is under consideration.

Q.2.3 Requirements

- a) The relay technology shall be as specified by the manufacturer
- b) No distortion or damage to parts that will affect normal operation and protection.
- c) The relay shall fulfill the requirements of Clause 5.3, 5.4 or 5.5 of IEC 61810-1:2015 as applicable
- d) The requirements of Clause 8 of IEC 61810-1: 2015 apply
- e) The requirements of Clause 10 of IEC 61810-1: 2015 apply

Annex R (informative)

Short-circuit capacity

R.1 General

The relay under test shall be in a new and clean condition, mounted as in service or specified by the manufacturer. The test arrangement is shown in Figure R.1. The details of the specified short-circuit protective device shall be stated by the manufacturer.

The test shall be performed under the reference conditions given in Clause 4 of IEC 61810-1.

The coil of the relay under test shall be energized at the nominal voltage, unless otherwise stated by the manufacturer.

The power source shall fulfil the following minimum requirements:

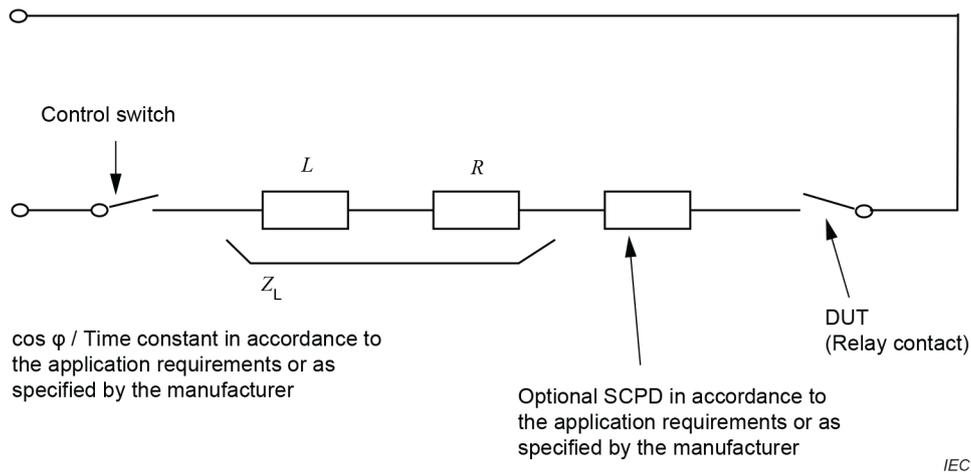
- $Z_s < \frac{1}{4} Z_L$ for AC
- $R_s < \frac{1}{4} R_L$ for DC

NOTE 1 The load impedance Z_L and the load resistance R_L includes the circuit wiring to the power supply terminals.

NOTE 2 Z_s is the power source impedance; R_s is the power source resistance measured until the power supply terminals.

The wiring of the short circuit shall have at least the cross-section for the nominal current in accordance with Table 10 of IEC 61810-1:2015 and with Table 3 and Table 4 of this document. In the case that the resistance of the short circuit loop is too high to reach the requested short-circuit current, a higher cross-section shall be chosen.

The short-circuit protective device (SCPD) of the power source (including the primary and secondary protective devices) shall ensure that the short-circuit prospective current could flow uninfluenced at least four half waves for AC or 20 ms for DC for the calibration shot.



Z_L : Impedance
 L : Inductance
 R : Resistance

The values shall be specified by the manufacturer.

NOTE 1 SCPD is short-circuit protective device (e.g. fuse). The cut-off could be more sensitive than the main SCPD (defined by the application or by the manufacturer).

NOTE 2 Measuring the arcing time could be helpful information for the relay manufacturer.

Figure R.1 – Short-circuit capacity test circuit

R.2 Procedure

R.2.1 General

The relay shall endure the stress generated from the short-circuit current under the conditions specified by the manufacturer.

R.2.2 Preconditioning

The relay may be preconditioned several times (if any) before the test, at no load or at any current not exceeding the rated current. The preconditioning (if any) shall be mentioned in the test record.

R.2.3 Test circuit calibration

For the circuit's calibration, the device under test (DUT) shall be bridged as close as possible to the DUT. However the bridge shall have the same length and cross-section as the bridged wiring path.

The current form has to be recorded and shall be part of the test record.

R.2.4 Test procedure and/or sequence

The procedure and/or sequence shall be selected in accordance with the application. However the DUT shall be operated and monitored in accordance with Figure C.2 of IEC 61810-1:2015.

Examples for typical sequences:

- SCPD is used:
 - DUT make into fault condition, SCPD breaks

- DUT is closed, make is carried out by making switch, SCPD breaks
- No SCPD is present
 - DUT is closed, make and break is carried out by making switch for a specific time
 - DUT make into fault condition, break is carried out by making switch for a specific time
 - DUT is closed, make is carried out by making switch, break is carried out by DUT after a specific time
- DUT has SCPD functions
 - DUT make into and break fault condition
 - DUT is closed, make is carried out by making switch, DUT with SCPD function break

And maybe combinations of these.

Unless otherwise specified, the device shall withstand at least 3 times the requirement. For each test, a new sample could be used.

R.3 Requirements

After the short-circuit capacity test, the relay shall satisfy the requirements stated by the manufacturer or the application standard:

If basic insulation is required, the dielectric test in accordance with 11.4 is required.

R.4 Test conditions

The manufacturer specifies the following conditions:

- number of test samples;
- energization conditions: if other than the rated coil voltage;
- polarity of contact;
- test voltage;
- test current;
- short-circuit current time;
- failure criteria;
- test sequence;
- test set-up in general.

The test conditions shall be mentioned in the test record. If the test conditions are valid for all products/applications, then the test conditions shall be added to the datasheet/specification.

Annex S (informative)

Special tests for applications – Photovoltaic systems

S.1 General

This annex applies to electromechanical elementary relays intended for use with photovoltaic (PV) systems, and hereafter referred to as "PV relays".

PV relays used in PV systems are subjected to electrical, environmental and operational conditions that differ from the general conditions taken into account in the body of this document.

The requirements have thus been adapted to reflect these conditions of use.

The object of this annex is to state:

- the requirements for PV relays to be used on the DC side of PV applications and for disconnection on the AC side;
- the tests intended to verify the product performance when used under the environmental conditions expected in PV systems.

S.2 Insulation coordination

The rated impulse withstand voltage shall comply with the requirements for overvoltage category II in accordance with Annex G of IEC 61810-1.

In the case of requirement for full disconnection, the altitude of the PV system shall be considered in accordance with Table 7.

S.3 Product marking

Clause 7 applies with the following additions:

An elementary relay rated for use not only in PV applications shall have the ratings and short-circuit information in accordance with this annex clearly separated from the ratings in accordance with the body of this document.

A PV relay shall have method and diagram of series connection of poles (as necessary for each rating) marked under the conditions of item 3.h) of Table 2 and 5.e) of Table 6 of IEC 61810-1:2015.

S.4 Performance requirements – Electrical endurance

Clause 11 applies with the following two modifications:

Overload conditions do not arise in PV applications and could only result from short circuits. Therefore, no overload tests are required.

The heating test after the electrical endurance test shall be performed under the conditions of Clause 8.

S.5 Type testing

S.5.1 General

In general, Table 1 applies. The additional tests shown in Table S.1 shall be performed.

Table S.1 – Special tests for photovoltaic system

Test no.	Test	Reference standards of test conditions	Sample size	Acceptable number of failures	Performance requirements
S.5.2	Short circuit test	Annex R as informative with S.5.2 specifications	3	0	As specified by Manufacturer
S.5.3	Critical DC load current test	S.5.3	3	0	As specified by Manufacturer
S.5.4	Climatic test	IEC 60068-2-30, Test Db S.5.4	3	0	As specified by manufacturer
S.5.5	Special tests – salt mist, vibration and shock	IEC 60068-2-52, Test Kb IEC 60068-2-6, Test Fc IEC 60068-2-27, Test Ea	3	0	As specified by manufacturer

S.5.2 Short-circuit test

The manufacturer shall specify the conditions for the short-circuit current limits. The test shall be carried out in accordance with Annex R.

After the short-circuit test, a heating test shall be performed under the conditions of Clause 8.

A visual inspection shall confirm that there is no distortion or damage to parts that will affect normal operation and protection.

The verification of basic operating function in accordance with Clause 9 shall be performed.

The dielectric withstand shall be verified in accordance with Clause 10.

S.5.3 Critical DC load current test

This test applies to DC ratings only.

The test setup, comprising three samples, shall be in accordance with Clause 11 and with Annex C and Annex E of IEC 61810-1:2015.

The test shall be made at the maximum operational DC voltage and also with a battery fitted with a fault current protection device or without battery as defined by the manufacturer.

The PV relay shall be operated 10 times at each of the test currents listed below. If the direction of current flow is specified by the manufacturer (polarized relay), the test shall be carried out with the current flowing in the specified direction, as indicated by the polarity and line/load marking; if not, 5 operations shall be made in the forward direction, and 5 operations in the reverse direction.

During each operation cycle, the PV relay shall remain closed for a time sufficient to ensure that the full current is established, but not exceeding 2 s, unless otherwise specified by the manufacturer.

Unless otherwise specified by the manufacturer, the time constant of 1 ms shall be in accordance with Table 11 of IEC60947-2:2016 as for operational performance; at the discretion of the manufacturer, a higher value may be used, in which case this value shall be stated in the test report.

The number of operating cycles per hour shall be in accordance with Table S.2.

The arcing time during the test shall be recorded and shall not exceed 1 s.

The test current values shall be: 4 A, 8 A, 16 A, 32 A and 63 A DC, with $\pm 10\%$ tolerance, but less than the rated current; the critical value is determined by taking the maximum mean arcing time, for each direction of current if applicable. The highest and lowest values of test current shall demonstrate shorter mean arcing times than the critical value; if necessary, the range of test currents shall be extended upwards or downwards by applying a 2 times ratio as many times as necessary, up to, but not exceeding, the rated current to find the critical value. If no critical value of current is found within these criteria, no further test in accordance with this subclause is required.

Following this test, the same sample shall be subjected to an operational performance verification of 50 operations, under the same conditions, at the current and in the direction corresponding to the critical value, if applicable 100 operations instead of 50, unless otherwise specified by the manufacturer.

After this test, the dielectric withstand shall be verified according to 11.4 of IEC 61810-1 with a corresponding DC test voltage.

Table S.2 – Number of operating cycles

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

^a This means the maximum rated current for a given frame size.

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

^c During each operating cycle, the PV relay shall remain closed for a sufficient time to ensure that the full current is flowing, but not exceeding 2 s.

S.5.4 Climatic test

The relays shall be subjected to the damp heat test in accordance with IEC 60068-2-30, test Db, 2 cycles at 40 °C, variant 2.

After the test, the samples shall be stored at standard atmospheric conditions for a minimum of 3 hours' recovery.

A visual inspection is carried out to confirm that there is no distortion or damage to parts that will affect normal operation and protection.

The verification of basic operating function in accordance with Clause 9 shall be performed.

The dielectric strength shall be verified in accordance with Clause 10 (excluding 10.1 of IEC 61810-1:2015).

At the discretion of the manufacturer, this test may be combined with the thermal cycling test (see Annex Q) and carried out on the same samples.

S.5.5 Special tests – Salt mist, vibration and shock

The special tests of Table S.3 shall be made at the discretion of the manufacturer. As special tests, these additional tests are not mandatory, and it is not necessary for a relay to satisfy any of these tests to conform to this document.

Table S.3 – Special tests

Test	Reference standards of test conditions	Performance requirements
Salt mist	IEC 60068-2-52, Test Kb	As defined by the manufacturer including severity level
Vibration	IEC 60068-2-6, Test Fc	As defined by the manufacturer
Shock	IEC 60068-2-27, Test Ea	As defined by the manufacturer

Annex T (informative)

Special tests for applications – Road vehicles

T.1 General

These special tests are for the qualification of elementary relays in certain applications as listed here after. They are based on application-specific standards like ISO 16750-1:2018, ISO 16750-2:2012, IEC 60947-1:2007, or others.

For the tests of T.2.8 and T.2.9, the manufacturer shall define if such test is to be conducted on the relay itself or on the equipment where the relay is mounted.

T.2 Road vehicles

T.2.1 General

Table T.1 defines the applicable tests, test conditions, performance requirements, sample size and acceptable number of failures for the application in road vehicles.

Table T.1 – Special test for road vehicles

Test no.	Test	Reference standards of test conditions	Sample size	Acceptable number of failures	Performance requirements
T.2.2	Momentary drop in supply voltage	4.6.1 of ISO 16750-2:2012	1	0	Class B of ISO 16750-1:2018
T.2.3	Reset behaviour at coil voltage drop	4.6.2 of ISO 16750-2:2012	1	0	Class C of ISO 16750-1:2018
T.2.4	Coil overvoltage	4.3.1.1 and 4.3.2.1 of ISO 16750-2:2012	1	0	Class C of ISO 16750-1:2018
T.2.5	Slow decrease and increase of supply voltage	4.5 of ISO 16750-2:2012	1	0	Class D or Class C of ISO 16750-1:2006
T.2.6	Electrical endurance	Clause 11 of IEC 61810-1:2015	1	0	Clause 11 of IEC 61810-1:2015
T.2.7	Acoustic noise	4.44 of IEC 61810-7:2006	1	0	As specified by the manufacturer
T.2.8	Vibration	4.1.2.4 and 4.1.2.6 of ISO 16750-3:2012; 4.28 of IEC 61810-7:2006	1	0	Class A or Class C of ISO 16750-1:2006 for test according to ISO 16750-3 or T.2.8.1.3 T.2.8.2.3
T.2.9	Shock	4.1.2.2 of ISO 16750-3: 2012; 4.26 of IEC 61810-7:2006	1	0	Class A of ISO 16750-1:2006 for test according to ISO 16750-3 or T.2.9.4

NOTE Deviating sample sizes can be specified by the manufacturer.

Terms used in this annex:

- Momentary drop in supply voltage is the voltage drop in coil power supply of a relay.
- U_N : nominal voltage is the value used to describe the electrical system of a vehicle's supply voltage.

- U_S : supply voltage of the electrical system of a vehicle that varies with the system load and the operating condition of the generator.
- U_{Smin} : supply voltage minimum is the lowest supply voltage of the specified supply voltage range of the device under test (DUT) at which the DUT achieves performance class A.
- U_{Smax} : supply voltage maximum is highest supply voltage of the specified supply voltage range of the DUT at which the DUT achieves performance class A. Test voltage voltage(s) applied to the DUT during a test

EXAMPLE U_A and U_B

- T_{min} : minimum operating temperature is minimum value of the ambient temperature at which the system/components can be operated.
- T_{max} : maximum operating temperature is maximum value of the ambient temperature at which the system/components can be operated.

Definitions related to functional status classification (for this annex):

- class A: all functions of the relays perform as designed during and after the test.
- class B: all functions of the relays perform as designed during and after the test. However, one or more of them may go beyond the specified tolerance during the test. All functions return automatically to within normal limits after the test. Memory functions achieve class A.

NOTE The manufacturer specifies which functions of the relay will perform as designed during the test and which functions can be beyond the specified tolerance.

- class C: one or more functions of the relays do not perform as designed during the test, but return automatically to normal operation after the test.
- class D: one or more functions of the relays do not perform as designed during the test and do not return to normal operation after the test until the device/system is reset by a simple "operate/use" action.
- class E: one or more functions of the relays do not perform as designed during and after the test and cannot be returned to proper operation without repairing or replacing the device/system.

T.2.2 Momentary drop in supply voltage

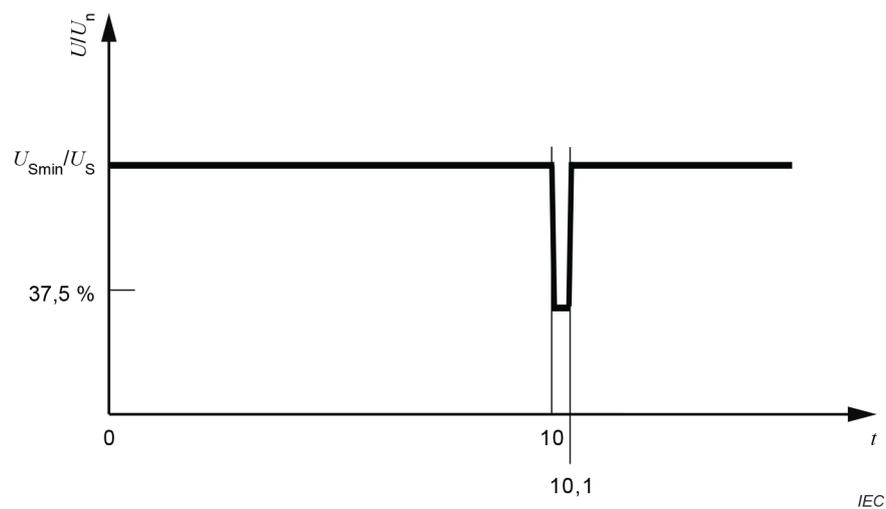
T.2.2.1 Purpose

This test simulates the effect when a conventional fuse element melts in another circuit.

T.2.2.2 Test method

The influence due to an instantaneous voltage drop is checked by another circuit connected to the same power supply as the relay coil.

Apply the test pulse (see Figure T.1) simultaneously to all relevant inputs (connections) of the DUT. The rise time and fall time shall be not more than 10 ms.

**Key**

t	time in seconds
U	test voltage in percentage
U_n	nominal voltage
U_{Smin}	minimum supply voltage

Figure T.1 – Short voltage drop for system with nominal voltages

T.2.2.3 Requirements

The functional status shall be minimum class B as specified in T.2.1. Reset is permitted upon specification of the manufacturer.

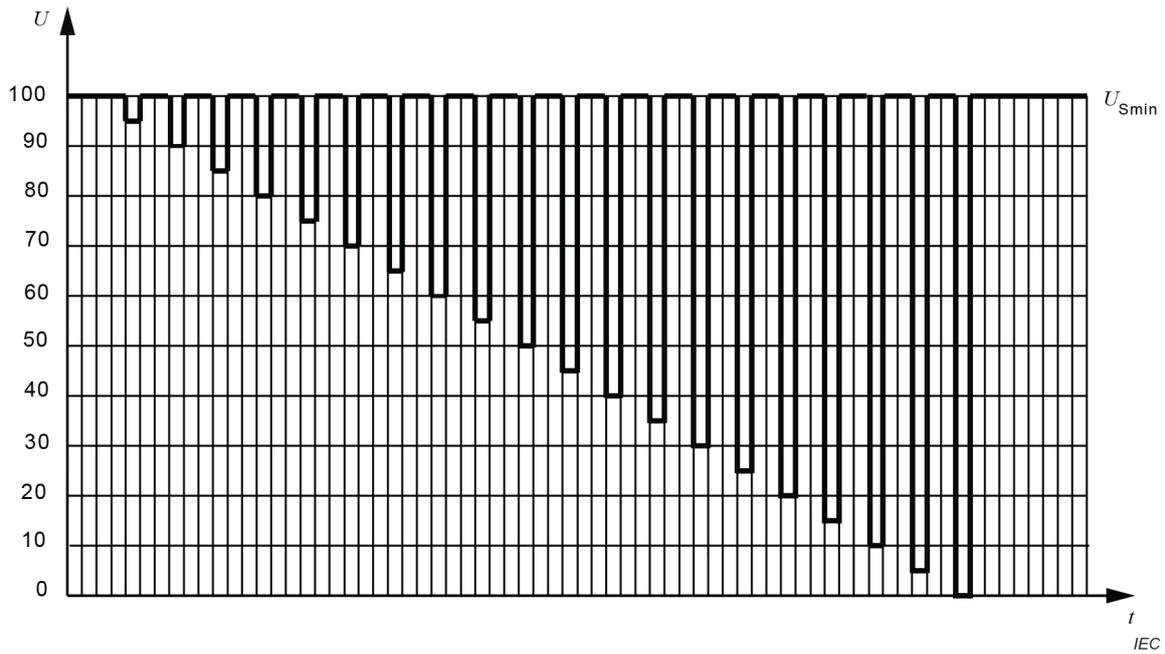
T.2.3 Reset behaviour at voltage drop**T.2.3.1 Purpose**

This test verifies the reset behaviour of the DUT at different voltage drops. This test is applicable to equipment with reset function, for example, equipment containing microcontroller(s).

T.2.3.2 Test

Apply the test pulse simultaneously as shown in Figure T.2 to all relevant inputs (connections) and check the reset behaviour of the DUT.

Decrease the supply voltage by 5 % from the minimum supply voltage, U_{Smin} , to $0,95 U_{Smin}$. Hold this voltage for 5 s. Raise the voltage to U_{Smin} . Hold U_{Smin} for at least 10 s and perform a functional test. Then decrease the voltage to $0,9 U_{Smin}$. Continue with steps of 5 % of U_{Smin} , as shown in Figure T.2, until the lower value has reached 0 V. Then raise the voltage to U_{Smin} again.



Key

- t time in seconds
- U test voltage measured as percentage of U_{Smin}
- U_{Smin} minimum supply voltage

Figure T.2 – Supply voltage profile for the reset test

T.2.3.3 Requirements

The functional status shall be at least class C as specified in T.2.1.

T.2.4 Coil overvoltage

T.2.4.1 General

In accordance with 4.3 of ISO 16750-2:2012, the tests of T.2.4.3 should be performed on systems with 12 V and 24 V nominal voltages.

T.2.4.2 Purpose

This test simulates the condition where the generator regulator fails, so that the output voltage of the generator rises above normal values.

T.2.4.3 Test method

Test at a temperature of $T_{max} - 20$ °C.

Heat the DUT in an oven to a temperature that is 20 °C below the maximum operating temperature, T_{max} . Apply a voltage of $(150 \% U_n \pm 0,2)$ V for 60 min \pm 6 min to all relevant inputs of the DUT.

T.2.4.4 Requirements

The functional status for the DUT shall be at least class C as specified in T.2.1. Functional status shall be class A where more stringent requirements are necessary in accordance with ISO 16750-1.

T.2.5 Slow decrease and increase of supply voltage

T.2.5.1 General

In accordance with 4.5 of ISO 16750-2:2012, the test in T.2.5.3 should be performed on systems with 12 V and 24 V nominal voltages.

T.2.5.2 Purpose

This test simulates a gradual discharge and recharge of the battery.

T.2.5.3 Test

Apply the following test simultaneously to all applicable inputs (connections) of the DUT. Decrease the supply voltage from U_{Smin} to 0 V, then increase it from 0 V to U_{Smin} , applying a change rate of $(0,5 \pm 0,1)$ V per minute.

T.2.5.4 Requirements

The functional status inside the supply voltage range (Table T.2 or Table T.3) shall be as in 4.2.3 of ISO 16750-2:2012. Outside that range, it shall be at least class D as defined in ISO 16750-1. Functional status of class C may be specified where more stringent requirements are necessary.

Table T.2 – Supply voltage for $U_N = 12$ V system devices

Code	Supply voltage (V)	
	U_{Smin}	U_{Smax}
A	6	16
B	8	16
C	9	16
D	10,5	16

Table T.3 – Supply voltage for $U_N = 24$ V system devices

Code	Supply voltage (V)	
	U_{Smin}	U_{Smax}
E	10	32
F	16	32
G	22	32
H	18	32

T.2.6 Electrical endurance

T.2.6.1 Purpose

This test checks the electrical endurance of the relay contact when operating the relay repeatedly while carrying load current. The below conditions specify relevant tests for road vehicles. From the listed tests, product- and application-specific tests shall be selected for the qualification of the relay.

The test procedures are specified for:

- for continuous rated relays, e.g. relays intended for main charging of vehicles, and

- for short-time rated relays, e.g. for pre-charging applications.

The following terms are used for the purpose of this clause:

- the overload is the operating condition in an electrically undamaged circuit that causes an overcurrent (see 3.2.10);
- the capacity with reverse polarity interruption is the maximum current that a polarized contact block can break with reverse polarity interruption under specified conditions;
- the electrical endurance with rated current is the number of switching cycles under rated voltage and rated carrying current with load;
- the electrical endurance with maximum switching current is the number of breaking cycles at maximum switching current;
- the electrical endurance with overload interruption is the number of breaking cycles at maximum interruption current with DC overload;
- the electrical endurance with reverse polarity interruption is the number of breaking cycles at maximum interruption current with reverse polarity of DC load;
- the electrical endurance with inrush current is the number of switching cycles at rated inrush current.

T.2.6.2 Test method

The test procedures, the test conditions and the load conditions shall be selected in accordance with Clause 11.

The contacts shall be monitored to detect break and/or make malfunctions as well as unintended bridging.

The test set-up described in IEC 61810-1 shall be used.

The contacts are connected to the load(s) in accordance with Clause 11 of IEC 61810-1:2015 as specified by the manufacturer. If not otherwise specified by the manufacturer, the load shall be applied to both the make and break side of a change-over contact.

T.2.6.3 Requirements

Subclause 11.4 applies.

T.2.7 Acoustic noise

The test should be carried out in accordance with 4.44 of IEC 61810-7:2006 and as specified by the manufacturer in Table T.1.

T.2.8 Vibration

T.2.8.1 General

The test should be carried out in accordance with 4.28 of IEC 61810-7:2006 or another appropriate test method specified by manufacturer.

T.2.8.2 Test I – Passenger car, sprung masses (vehicle body)

T.2.8.2.1 Purpose

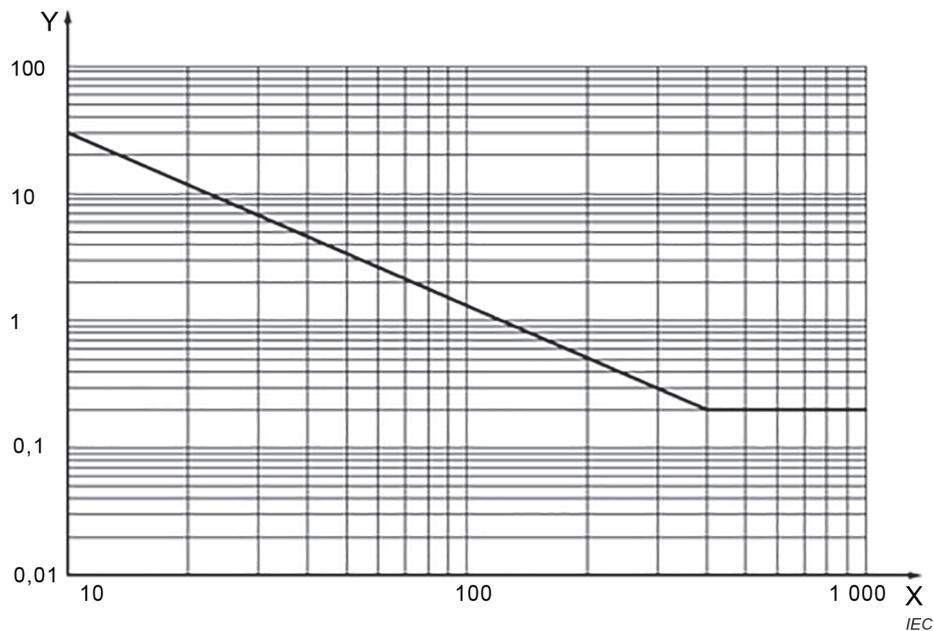
This test checks the DUT for malfunctions and breakage caused by vibration.

Vibration of the body is random vibration induced by rough-road driving. The main failure to be identified by this test is breakage due to fatigue.

NOTE Unless otherwise specified by the manufacturer, the following test conditions are only for the vehicle body.

T.2.8.2.2 Test

Perform the test in accordance with IEC 60068-2-64:2008, 8.4. Use a test duration of 8 h for each plane of the DUT. The RMS acceleration value shall be 27,1 m/s². The PSD versus frequency is illustrated in Figure T.3 and Table T.4.



Key

Y PSD [(m/s²)²/Hz]
X Frequency (Hz)

Figure T.3 – PSD of acceleration versus frequency

Table T.4 – Values for PSD and frequency

Frequency (Hz)	PSD [(m/s ²) ² /Hz]
10	30
400	0,2
1 000	0,2

T.2.8.2.3 Requirements

Breakage shall not occur.

As defined in ISO 16750-1, functional status class A is required during operating with electric operation and control in typical operating mode, and functional status class C during periods with other operating modes.

T.2.8.3 Test II – Commercial vehicle, sprung masses

T.2.8.3.1 Purpose

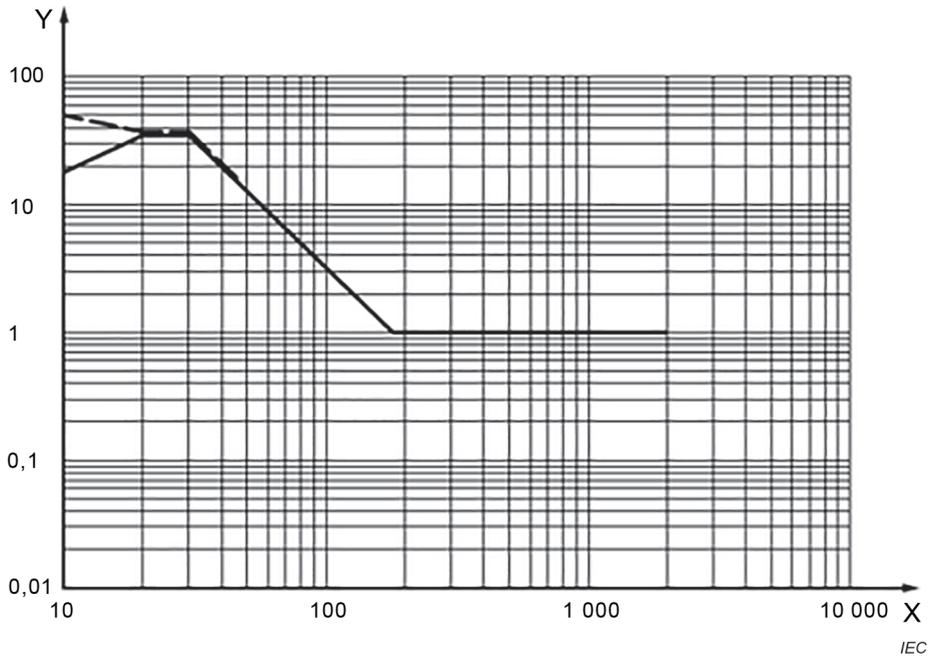
This test checks the DUT for malfunctions and breakage caused by vibration.

Vibration on sprung masses is random vibration induced by rough-road driving. The main failure to be identified by this test is breakage due to fatigue.

NOTE Unless otherwise specified by the manufacturer, the following test conditions are only for the vehicle body.

T.2.8.3.2 Test

Perform the test in accordance with IEC 60068-2-64:2008, 8.4, using a test duration of 32 h for each plane of the DUT. The RMS acceleration value shall be 57,9 m/s². The PSD versus frequency is illustrated to in Figure T.4 and Tables T.5 and T.6.



Key

- Y PSD [(m/s²)²/Hz]
- X Frequency (Hz)
- Standard random test profile
- - - - Additional profile in case of $f_n < 30$ Hz

Figure T.4 – PSD of acceleration versus frequency

Table T.5 – Values for PSD and frequency

Frequency (Hz)	PSD [(m/s ²) ² /Hz]
10	18
20	36
30	36
180	1
2 000	1
NOTE RMS acceleration value = 57,9 m/s ²	

Table T.6 – Values for PSD and frequency, additional test in case of natural frequencies, f_n , of DUT below 30 Hz

Frequency (Hz)	PSD [(m/s ²) ² /Hz]
10	50
20	36
30	36
45	16
NOTE RMS acceleration value = 33,7 m/s ²	

T.2.8.3.3 Requirements

Breakage shall not occur. As defined in ISO 16750-1, functional status class A is required during operating with electric operation and control in typical operating mode, and functional status class C during periods with other operating modes.

T.2.9 Shock

T.2.9.1 General

The test should be carried out in accordance with 4.26 of IEC 61810-7:2006 or another appropriate test method specified by the manufacturer.

T.2.9.2 Purpose

This test checks the DUT for malfunctions and breakage caused by shock to body and frame.

The load occurs when driving over a curb stone at high speed, etc. Failure mode is mechanical damage (e.g. a detached capacitor inside the housing of an electronic control module due to the occurring high accelerations).

T.2.9.3 Test

Perform the test in accordance with IEC 60068-2-27 using the following test parameters:

- operating mode of the DUT: with electric operation and control in typical operating mode;
- pulse shape: half-sinusoidal;
- acceleration: 500 m/s²;
- duration: 6 ms;
- number of shocks: 10 per test direction.

Acceleration due to the shock in the test shall be applied in the same direction that the acceleration of the shock occurs in the vehicle. If the direction of the effect is not known, the DUT shall be tested in each direction of three mutually perpendicular axes.

T.2.9.4 Requirements

Breakage shall not occur. Functional status shall be class A as defined in ISO 16750-1.

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

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

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60364-4-44, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60664 (all parts), *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

IEC 60695-2-10, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60947-2:2016, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

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

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

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

IEC 61984, *Connectors – Safety requirements and tests*

ISO 16750-3:2012, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 3: Mechanical loads*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	66
1 Domaine d'application	68
2 Références normatives	68
3 Termes et définitions	69
4 Grandeurs d'influence.....	70
5 Valeurs assignées	70
6 Dispositions générales d'essais	70
7 Documentation et marquage	71
8 Échauffements	72
9 Fonction d'exploitation de base	74
10 Rigidité diélectrique	74
11 Endurance électrique.....	76
12 Endurance mécanique.....	77
13 Distances d'isolement, lignes de fuite et isolation solide	77
14 Connexions	81
15 Étanchéité	82
16 Résistance à la chaleur et au feu.....	82
17 Essais spéciaux.....	82
Annexe A (normative) Explications concernant les relais	83
Annexe B (informative) Charges de contact inductives.....	84
Annexe C (normative) Montage d'essai.....	88
Annexe D (informative) Charges spéciales.....	89
Annexe E (normative) Montage de l'essai d'échauffement.....	90
Annexe F (normative) Mesurage des distances d'isolement et des lignes de fuite	91
Annexe G (normative) Relation entre la tension assignée de choc, la tension nominale et la catégorie de surtension.....	92
Annexe H (normative) Degrés de pollution	94
Annexe I (normative) Essai de tenue au cheminement.....	95
Annexe J (informative) Schéma des familles de connexions.....	96
Annexe K (normative) Essai au fil incandescent.....	97
Annexe L (normative) Essai à la bille	98
Annexe M (informative) Essai au brûleur-aiguille	99
Annexe N (informative) Résistance pour les procédés de brasage normalisés	100
Annexe O (informative) Appréciation du risque	101
Annexe P (informative) Propriétés mécaniques des bornes.....	102
Annexe Q (normative) Stabilité à long terme de l'étanchéité (évaluation du taux de fuite).....	108
Annexe R (informative) Capacité de court-circuit	110
Annexe S (informative) Essais spéciaux pour les applications – Systèmes photovoltaïques	113
Annexe T (informative) Essais spéciaux pour les applications – Véhicules routiers	117
Bibliographie.....	128

Figure 1 – Procédure d'essai d'évaluation du système	81
Figure P.1 – Matériel d'essai pour l'essai de flexion	106
Figure Q.1 – Cycle de température	108
Figure R.1 – Circuit d'essai de la capacité de court-circuit	111
Figure T.1 – Chute courte de tension pour réseau à tensions nominales	119
Figure T.2 – Profil de tension d'alimentation pour l'essai de réinitialisation	120
Figure T.3 – DSP d'accélération en fonction de la fréquence	123
Figure T.4 – DSP d'accélération en fonction de la fréquence	125
Tableau 1 – Essais de type	71
Tableau 2 – Indications exigées sur les relais	71
Tableau 3 – Conducteur d'essai pour courant d'essai supérieur à 400 A et inférieur ou égal à 800 A selon le courant porté par la borne	73
Tableau 4 – Barres de cuivre d'essai pour courant d'essai supérieur à 400 A et inférieur ou égal à 1 000 A selon le courant porté par la borne	73
Tableau 5 – Rigidité diélectrique – Courant alternatif	75
Tableau 6 – Rigidité diélectrique – Courant continu	76
Tableau 7 – Distances d'isolement minimales dans l'air pour la coordination de l'isolement	78
Tableau B.1 – Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure (conditions anormales)	85
Tableau B.2 – Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure (conditions normales)	86
Tableau B.3 – Essai d'endurance électrique	87
Tableau G.1 – Correspondance entre la tension nominale du système d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs de l'appareil, en cas de protection contre les surtensions assurée par des parafoudres conformément à l'IEC 61810-1	92
Tableau P.1 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis	103
Tableau P.2 – Grandeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction des conducteurs ronds en cuivre	105
Tableau P.3 – Grandeurs d'essai pour l'essai de traction des conducteurs plats en cuivre	107
Tableau S.1 – Essais spéciaux pour systèmes photovoltaïques	114
Tableau S.2 – Nombre de cycles de manœuvres	115
Tableau S.3 – Tests spéciaux	116
Tableau T.1 – Essai spécial pour les véhicules routiers	117
Tableau T.2 – Tension d'alimentation pour les dispositifs réseau $U_N = 12\text{ V}$	121
Tableau T.3 – Tension d'alimentation pour des dispositifs réseau $U_N = 24\text{ V}$	121
Tableau T.4 – Valeurs de DSP et de fréquence	123
Tableau T.5 – Valeurs de la DSP et de fréquence	125
Tableau T.6 – Valeurs de DSP et de fréquence, essai supplémentaire en cas de fréquences propres (f_n) du DUT inférieures à 30 Hz	126

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RELAI ÉLECTROMÉCANIQUES ÉLÉMENTAIRES –

Partie 10: Aspects fonctionnels et exigences de sécurité supplémentaires pour les relais à grande capacité

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61810-1 a été établie par le comité d'études 94 de l'IEC: Relais électriques de tout-ou-rien.

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

FDIS	Rapport de vote
94/453/FDIS	94/458/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61810, publiées sous le titre général *Relais électromécaniques élémentaires*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Cette Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 61810-1:2015.

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

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

RELAIS ÉLECTROMÉCANIQUES ÉLÉMENTAIRES –

Partie 10: Aspects fonctionnels et exigences de sécurité supplémentaires pour les relais à grande capacité

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61810, qui comporte des aspects fonctionnels et de sécurité, s'applique aux relais électromécaniques élémentaires (relais de tout ou rien à temps non spécifié) dont de grandes capacités sont exigées, telles qu'un pouvoir de coupure ou une capacité de court-circuit et des capacités analogues, destinés à être incorporés dans des matériels basse tension. Ces relais peuvent être conçus de manière spécifique afin d'éteindre les arcs électriques entre des contacts (par exemple, par soufflage magnétique) ou d'utiliser une coordination de l'isolement non couverte par l'IEC 61810-1 (par exemple, chambres de contact remplies de gaz), ou exiger des évaluations de sécurité non couvertes par l'IEC 61810-1 (par exemple, pour des charges supérieures).

Elle définit des exigences supplémentaires pour les relais à grande capacité à performances génériques destinés à être utilisés dans des applications dans les réseaux intelligents, dans les véhicules électriques et dans d'autres applications dans lesquelles, par exemple, la commutation charge/décharge de batterie est utilisée, telles que:

- systèmes de stockage d'énergie électrique (EES – *electrical energy storage*),
- systèmes d'énergie solaire photovoltaïque,
- véhicules électriques routiers (EV – *electric vehicle*) et chariots électriques de manutention,
- systèmes et matériels d'électronique de puissance,
- accumulateurs et batteries,
- véhicules routiers.

La conformité aux exigences de la présente norme est vérifiée par les essais de type indiqués.

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 60028, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

IEC 60060-1:2010, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

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

IEC 60068-2-17, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-17: Essais – Essai Q: Étanchéité*

IEC 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

IEC 60068-2-64, *Essais d'environnement – Partie 2-64: Essais – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande et guide*

IEC 60270, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) 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'emportage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60947-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 60999-1, *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 60999-2, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 2: Prescriptions particulières pour les organes de serrage pour conducteurs au-dessus de 35 mm² et jusqu'à 300 mm² (inclus)*

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

ISO 16750-1:2018, *Véhicules routiers – Spécifications d'environnement et essais de l'équipement électrique et électronique – Partie 1: Généralités*

ISO 16750-2:2012, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 2: Electrical loads* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 61810-1, 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>

NOTE Dans le texte du présent document, le terme "relais" est utilisé en lieu et place de "relais élémentaire" à des fins d'amélioration de la lisibilité.

3.5 Termes et définitions relatifs aux contacts

Ajout à l'IEC 61810-1:2015:

3.5.23

polarité de contact

indication relative à la borne d'un contact devant être raccordée à l'alimentation positive et celle devant être raccordée à l'alimentation négative

3.5.24

durée d'arc

<d'un pôle ou d'un fusible> intervalle de temps entre l'instant de début de l'arc sur un pôle ou sur un fusible et l'instant de l'extinction finale de l'arc sur ce pôle ou ce fusible

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-17-37]

4 Grandeurs d'influence

L'Article 4 de l'IEC 61810-1 s'applique.

5 Valeurs assignées

L'Article 5 de l'IEC 61810-1 s'applique avec les exceptions suivantes.

5.6 Endurance électrique

Nombre recommandé de cycles: 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500; 1 000; 2 000; 3 000; 5 000; 6 000; 10 000; 20 000; 25 000; 30 000; 50 000; 100 000; 200 000; 300 000; 500 000; etc.

5.7 Fréquence de fonctionnement

Fréquences recommandées: 180/h; 360/h; 720/h; 900/h et leurs multiples.

0,05 Hz; 0,1 Hz; 0,2 Hz; 0,25 Hz et leurs multiples.

5.8 Charges de contact

a) Charges résistives, valeurs recommandées

Courant: 0,1 A; 0,5 A; 1 A; 2 A; 3 A; 5 A; 6 A; 8 A; 10 A; 12 A; 16 A; 20 A; 25 A; 30 A; 35 A; 60 A; 100 A; 120 A; 150 A; 200 A; 300 A; 400 A; 600 A; 800 A; 1 000 A (courant alternatif/courant continu).

Tension: 4,5 V; 5 V; 12 V; 24 V; 36 V; 42 V; 48 V; 110 V; 125 V; 230 V; 250 V; 300 V; 380 V; 400 V; 480 V; 500 V; 575 V; 600 V; 690 V; 1 000 V (courant alternatif/courant continu); 1 200 V et 1 500 V en courant continu.

b) Charges inductives recommandées: voir Annexe B.

c) Charges capacitatives recommandées: voir Annexe D de l'IEC 61810-1:2015.

6 Dispositions générales d'essais

L'Article 6 de l'IEC 61810-1 s'applique avec les exceptions suivantes.

En s'écartant de l'IEC 61810-1, les éprouvettes doivent être regroupées en 8 lots d'inspection, et les essais liés doivent être tirés du Tableau 1 du présent document.

Le Tableau 1 du présent document remplace le Tableau 3 de l'IEC 61810-1:2015.

Tableau 1 – Essais de type

Lot d'inspection	Essais	Articles	Références supplémentaires
1	Marquage et documentation	7	IEC 60417
	Échauffements (toutes les tensions aux bornes de la bobine)	8	IEC 60085
	Fonction d'exploitation de base (toutes les tensions aux bornes de la bobine)	9	
2	Rigidité diélectrique	10	
3	Endurance électrique (par charge de contact et matériau de contact)	11	
4	Endurance mécanique	12	
5	Distances d'isolement, lignes de fuite et distances à travers l'isolation solide	13	IEC 60664-1
6	Évaluation de la coordination de l'isolement comme système (si applicable)	13.6	IEC 60060-1
	Bornes de type à vis et bornes de type sans vis (si applicable)	14.2	IEC 60999-1
	Bornes plates à connexion rapide (si applicable)	14.3	IEC 61210
	Bornes à souder (si applicable)	14.4	IEC 60068-2-20
	Socles (si applicable)	14.5	IEC 61984
	Types de connexions alternatives (si applicable)	14.6	
	Étanchéité (si applicable)	15	IEC 60068-2-17
7	Résistance à la chaleur et au feu	16	IEC 60695-2-10
8	Essai de fuite (relais étanches uniquement)	Annexe Q	IEC 60068-2-14
			IEC 60068-2-17
<p>NOTE Le nombre de tensions aux bornes de la bobine dans le lot d'inspection 1 à soumettre à l'essai peut être réduit si certaines conditions, expliquées dans les Articles 8 et 9, sont réunies.</p> <p>Outre les exigences minimales définies, les écarts par rapport aux conditions et procédures d'essai peuvent être spécifiés par le fabricant dans le lot d'inspection 8.</p>			

7 Documentation et marquage

L'Article 7 de l'IEC 61810-1:2015 s'applique avec les ajouts indiqués dans le Tableau 2 du présent document.

Tableau 2 – Indications exigées sur les relais

N°	Données	Notes	Emplacement de l'indication
2d	Polarité de la bobine	N/A en cas de bobine non polarisée	Relais et/ou catalogue ou notice d'instructions
3h	Classification de la charge et de la polarité des contacts	Pour courant continu uniquement: +, - Pour courant alternatif/courant continu: +/~, -/~, ~	Relais et/ou catalogue ou notice d'instructions
5l	Capacité limitée de court-circuit	Spécifier les fusibles ou dispositifs de limitation de courant (si applicable)	Catalogue ou notice d'instructions

8 Échauffements

L'Article 8 de l'IEC 61810-1:2015 s'applique avec les modifications/ajouts suivants.

8.4.4 Bornes de type à vis et sans vis

Les interconnexions électriques entre les relais sont réalisées avec des conducteurs rigides nus (= par défaut; cependant, l'utilisation de conducteurs souples est admise si elle est définie par le fabricant; cela doit être indiqué dans la documentation et le rapport d'essai), conformément au Tableau 10 de l'IEC 61810-1:2015 avec un maximum de 400 A, et conformément au Tableau 3 avec un maximum de 800 A. Les connexions du relais à la source ou aux sources de tension ou de courant sont réalisées avec des conducteurs souples, conformément au Tableau 10 de l'IEC 61810-1:2015 avec un maximum de 400 A, et conformément au Tableau 3 avec un maximum de 800 A. Les interconnexions électriques entre les relais sont réalisées avec une barre de cuivre, conformément au Tableau 4 avec un maximum de 1 000 A. Aucun impact sur les résultats n'est admis de la part des montages visant à maintenir en place les échantillons d'essai de conducteurs souples connectés.

L'échauffement au niveau des bornes ne doit pas dépasser 45 K. Cela peut être vérifié sans l'influence de l'échauffement des contacts et de la bobine du relais (par exemple, contacts de relais shuntés ou mis en court-circuit ou soudés).

8.4.5 Types de connexions alternatives

Les interconnexions électriques entre les relais sont réalisées avec des conducteurs rigides nus, conformément au Tableau 10 de l'IEC 61810-1:2015 avec un maximum de 400 A, et conformément au Tableau 3 avec un maximum de 800 A. Les connexions du relais à la source ou aux sources de tension ou de courant sont réalisées avec des conducteurs souples, conformément au Tableau 10 de l'IEC 61810-1:2015 avec un maximum de 400 A, et conformément au Tableau 3 avec un maximum de 800 A. Les interconnexions électriques entre les relais sont réalisées avec une barre de cuivre, conformément au Tableau 4 avec un maximum de 1 000 A.

L'échauffement au niveau des bornes ne doit pas dépasser 45 K. Cela peut être vérifié sans l'influence de l'échauffement des contacts et de la bobine du relais (par exemple, contacts de relais shuntés ou mis en court-circuit ou soudés).

8.4.6 Socles

Les limites de température de régime maximale admissibles pour les connexions entre le relais et le socle ainsi que pour les matériaux isolants du relais et du socle adjacents à la connexion ne doivent pas être dépassées.

Les interconnexions électriques entre les socles sont réalisées avec des conducteurs conformément au Tableau 10 de l'IEC 61810-1:2015 avec un maximum de 400 A, et conformément au Tableau 3 avec un maximum de 800 A. Les connexions des socles à la source ou aux sources de tension ou de courant sont réalisées avec des conducteurs souples, conformément au Tableau 10 de l'IEC 61810-1:2015 avec un maximum de 400 A, et conformément au Tableau 3 avec un maximum de 800 A.

Les interconnexions électriques entre les socles sont réalisées avec une barre de cuivre, conformément au Tableau 4 avec un maximum de 1 000 A.

La distance de montage entre les socles doit être spécifiée par le fabricant.

Tableau 3 – Conducteur d'essai pour courant d'essai supérieur à 400 A et inférieur ou égal à 800 A selon le courant porté par la borne

Courant porté par la borne ^a A		Conducteur ^{b,c,d,e}			
Supérieur à	Inférieur ou égal à	Nombre	Taille mm ²	Nombre	Taille kcmil
400	500	2	150	2	250
500	630	2	185	2	350
630	800	2	240	3	300

^a La valeur du courant d'essai doit être supérieure à la première valeur de la première colonne et inférieure ou égale à la deuxième valeur de cette colonne.

^b Pour faciliter l'essai et avec l'accord du fabricant, des conducteurs plus petits que ceux indiqués pour un courant d'essai déterminé peuvent être utilisés.

^c Les tableaux donnent des tailles alternatives de conducteurs dans les systèmes métriques et AWG/kcmil et de barres en millimètres et en pouces. Le Tableau 1 de l'IEC 60947-1:2007 établit une correspondance entre les tailles AWG/kcmil et les tailles métriques.

^d L'un ou l'autre des deux conducteurs spécifiés pour une plage donnée du courant d'essai peut être utilisé.

^e Lorsqu'une dimension de fil n'est pas disponible, la taille de fil normalisée plus petite suivante doit être utilisée.

^f La longueur minimale du conducteur pour les essais est de 1 400 mm.

NOTE Ce tableau est fondé sur le Tableau 10 de l'IEC 60947-1:2007.

Tableau 4 – Barres de cuivre d'essai pour courant d'essai supérieur à 400 A et inférieur ou égal à 1 000 A selon le courant porté par la borne

Courant porté par la borne ^a A		Jeu de 2 barres de cuivre ^{b,c,d,e}		
Supérieur à	Inférieur ou égal à	Nombre	Dimension mm ²	Dimension pouces
400	500	2	30 × 5	1 × 0,250
500	630	2	40 × 5	1,25 × 0,250
630	800	2	50 × 5	1,5 × 0,250
800	1 000	2	60 × 5	2 × 0,250

^a La valeur du courant d'essai doit être supérieure à la première valeur de la première colonne et inférieure ou égale à la deuxième valeur de cette colonne.

^b Pour faciliter l'essai et avec l'accord du fabricant, des conducteurs plus petits que ceux indiqués pour un courant d'essai déterminé peuvent être utilisés.

^c L'un ou l'autre des deux conducteurs spécifiés pour une plage donnée du courant d'essai peut être utilisé.

^d Les barres sont par hypothèse disposées de telle manière que leur face la plus longue soit verticale. Elles peuvent être disposées avec leur plus longue face horizontale si le fabricant l'indique.

^e La longueur minimale du conducteur pour les essais est de 1 400 mm (y compris la longueur des conducteurs souples).

^f Les tableaux donnent des tailles alternatives de barres en millimètres et en pouces.

NOTE Ce tableau est fondé sur le Tableau 11 de l'IEC 60947-1:2007.

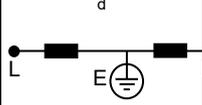
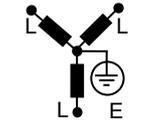
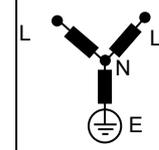
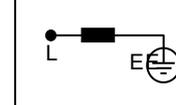
9 Fonction d'exploitation de base

L'Article 9 de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

10 Rigidité diélectrique

L'Article 10 de l'IEC 61810-1:2015 s'applique avec les modifications/ajouts suivants: le Tableau 5 et le Tableau 6 du présent document remplacent le Tableau 13 et le Tableau 14 de l'IEC 61810-1:2015.

Tableau 5 – Rigidité diélectrique – Courant alternatif

Isolation ou coupure en essai ^g	Tension d'essai ^{a b} en fonction de la tension assignée du circuit (valeurs efficaces)									
	^c Inférieure ou égale à 50 V	50 V à 120 V	100 V à 200 V 120 V à 240 V 125 V à 250 V	230 V / 400 V 277 V / 480 V	400 V / 400/ $\sqrt{3}$ V 480 V / 480/ $\sqrt{3}$ V	> 480 V				
										
	L - E	L - E	L - E	L - L	L - E	L - L	L - E	L - L	L - E	
V	V	V		V		V				
Isolation fonctionnelle ^h	500	1 300	1 300	1 500	1 500	1 700	1 700	1 700	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (arrondie)	
Isolation principale ⁱ	500	1 300	1 300	---	1 500	---	1 700	---	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (arrondie)	
Isolation principale (procédure d'essai B)	500	1 000 + 2 fois la tension assignée								
Isolation supplémentaire ⁱ	---	1 300	1 300	---	1 500	---	1 700	---	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (arrondie)	
Isolation renforcée ou double ⁱ	500	2 600	2 600	---	3 000	---	3 400	---	$2 \times (U_n + 1\,200\text{ V})$ (arrondie)	
Microcoupure de circuit ^j	400	400	400	500	500	700	700	700	$U_n + 250\text{ V}$	
Coupure totale de circuit	500	1 300	1 300	1 500	1 500	1 700	1 700	1 700	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (arrondie)	

^a Le transformateur de haute tension utilisé pour l'essai doit être conçu de telle sorte que, lorsque les bornes de sortie sont en court-circuit après l'ajustement de la tension de sortie à la tension d'essai, le courant de sortie soit au moins égal à 200 mA. Le relais à maximum de courant ne doit pas se déclencher lorsque le courant de sortie est inférieur à 3 mA. Une attention particulière doit être portée afin d'assurer que la valeur efficace de la tension d'essai soit mesurée à $\pm 3\%$.

^b Pour l'isolation fonctionnelle, principale et supplémentaire, ainsi que pour la coupure totale de circuit, les valeurs sont dérivées de la formule $U_n + 1\,200\text{ V}$ (arrondie). Le niveau renforcé à partir de 50 V est donc deux fois plus élevé.
Pour la microcoupure de circuit, les valeurs sont dérivées de la formule $U_n + 250\text{ V}$ (arrondie), U_n étant la tension nominale du système d'alimentation.

^c Inférieure ou égale à 50 V: Ne doit pas être connectée directement au réseau d'alimentation. Aucune surtension temporaire conformément à l'IEC 60364-4-44 n'est susceptible de se produire.

^d Système monophasé, milieu à la terre.

^e Système triphasé, milieu à la terre.

^f Système triphasé, une phase à la terre.

^g Les composants spéciaux pouvant empêcher l'exécution de cet essai tels que des diodes électroluminescentes, des diodes non synchronisées, des varistances, sont déconnectés sur un pôle, ou shuntés ou retirés, selon l'isolation à soumettre à l'essai.

^h Un exemple est l'isolation entre contacts nécessaire uniquement pour le fonctionnement correct.

ⁱ Pour l'essai de l'isolation principale, supplémentaire et renforcée, toutes les parties actives sont connectées entre elles et une attention particulière doit être portée afin d'assurer que toutes les parties mobiles se trouvent dans la position la plus sévère.

^j Intervalle de contact assurant un fonctionnement correct du contact (couvre également la micro-interruption).

Tableau 6 – Rigidité diélectrique – Courant continu

Isolation ou coupure en essai ^d	Tension d'essai ^{a b} en fonction de la tension assignée du circuit							
	^c Inférieure ou égale à 50 V	Supérieure à 50 V et inférieure ou égale à 120 V	120 V à 250 V 125 V à 250 V		240 V à 480 V		> 480 V	
	L - E	L - E	L - E	L - L	L - E	L - L	L - E	
	V		V		V			
Isolation fonctionnelle ^e	500	1 300	1 300	1 500	1 500	1 700	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (arrondi)	
Isolation principale ^f	500	1 300	1 300	---	1 500	---	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (arrondi)	
Isolation principale (procédure d'essai B)	500	1 000 + 2 fois la tension assignée						
Isolation supplémentaire ^f	---	1 300	1 300	---	1 500	---	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (arrondi)	
Isolation renforcée ou double ^f	500	2 600	2 600	---	3 000	---	$2 \times (U_n + 1\,200\text{ V})$ (arrondi)	
Microcoupure de circuit ^g	400	400	400	500	500	700	$U_n + 250\text{ V}$	
Coupure totale de circuit	500	1 300	1 300	1 500	1 500	1 700	$U_n + 1\,200\text{ V}$ (arrondi)	

^a Le transformateur de haute tension utilisé pour l'essai doit être conçu de telle sorte que, lorsque les bornes de sortie sont en court-circuit après l'ajustement de la tension de sortie à la tension d'essai, le courant de sortie soit au moins égal à 200 mA. Le relais à maximum de courant ne doit pas se déclencher lorsque le courant de sortie est inférieur à 3 mA. Une attention particulière doit être portée afin d'assurer que la valeur de la tension d'essai soit mesurée à $\pm 3\%$.

^b Pour l'isolation fonctionnelle, principale et supplémentaire, ainsi que pour la coupure totale de circuit, les valeurs sont dérivées de la formule $U_n + 1\,200\text{ V}$ (arrondi). Le niveau renforcé à partir de 50 V est donc deux fois plus élevé.

Pour la microcoupure de circuit, les valeurs sont dérivées de la formule $U_n + 250\text{ V}$ (arrondi), U_n étant la tension nominale du système d'alimentation.

^c Inférieure ou égale à 50 V: Ne doit pas être connectée directement au réseau d'alimentation. Aucune surtension temporaire conformément à l'IEC 60364-4-44 n'est susceptible de se produire.

^d Les composants spéciaux pouvant empêcher l'exécution de cet essai tels que des diodes électroluminescentes, des diodes non synchronisées, des varistances, sont déconnectés sur un pôle, ou shuntés ou retirés, selon l'isolation à soumettre à l'essai.

^e Un exemple est l'isolation entre contacts nécessaire uniquement pour le fonctionnement correct.

^f Pour l'essai de l'isolation principale, supplémentaire et renforcée, toutes les parties actives sont connectées entre elles et une attention particulière doit être portée afin d'assurer que toutes les parties mobiles se trouvent dans la position la plus sévère.

^g Intervalle de contact assurant un fonctionnement correct du contact (couvre également la micro-interruption).

11 Endurance électrique

L'Article 11 de l'IEC 61810-1:2015 s'applique avec les modifications/ajouts suivants.

11.1 Généralités

Si la polarité d'un contact de relais est définie, le fabricant doit spécifier des schémas appropriés pour le chargement des contacts pour l'essai. Ces schémas peuvent différer de ceux présentés dans le Tableau 16 de l'IEC 61810-1:2015.

L'essai d'échauffement après l'endurance électrique est obligatoire si cela est spécifié dans l'annexe du présent document spécifique à l'application d'un produit (par exemple, l'Annexe S pour les systèmes photovoltaïques), ou dans les normes d'application (par exemple, l'IEC 60730-1 ou l'IEC 60669-1).

11.2 Essai de surcharge

Concernant l'essai de surcharge, un nombre de cycles spécifié par le fabricant est admis.

11.3 Sévérité

Le premier dysfonctionnement temporaire détecté est défini comme étant une défaillance (Sévérité A conformément à 4.30.2 de l'IEC 61810-7:2006).

12 Endurance mécanique

L'Article 12 de l'IEC 61810-1:2015 s'applique, ainsi que le Tableau 5 et le Tableau 6.

13 Distances d'isolement, lignes de fuite et isolation solide

L'Article 13 de l'IEC 61810-1:2015 s'applique avec les modifications/ajouts suivants.

13.1 Dispositions générales

Les deux premières phrases du présent paragraphe de l'IEC 61810-1:2015 sont supprimées et remplacées par:

Les exigences et essais indiqués dans le présent article sont fondés sur l'IEC 60664-1 et permettent en outre l'évaluation de l'isolation comme système d'après l'IEC 60060-1.

13.1.b) le troisième tiret est modifié comme suit:

- l'essai de décharge partielle de 5.8.5 de l'IEC 60664-3:2016 est exigé pour les tensions de crête supérieures à 700 V;

13.2 Distances d'isolement et lignes de fuite

Le Tableau 18 de l'IEC 61810-1:2015 est remplacé par le Tableau 7 suivant.

Tableau 7 – Distances d'isolement minimales dans l'air pour la coordination de l'isolement

Tension de tenue aux chocs ^a	Distances d'isolement minimales jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer ^{c d}		
	Degré de pollution ^e		
	1	2	3
kV	mm	mm	mm
0,33 ^b	0,01	0,2 ^c	0,8
0,40	0,02	0,2 ^c	0,8
0,50 ^b	0,04	0,2 ^c	0,8
0,60	0,06	0,2	0,8
0,80 ^b	0,10	0,2	0,8
1,0	0,15	0,2	0,8
1,2	0,25		0,8
1,5 ^b	0,5		0,8
2,0	1,0		
2,5 ^b	1,5		
3,0	2,0		
4,0 ^b	3,0		
5,0	4,0		
6,0 ^b	5,5		
8,0 ^b	8,0		
10	11		
12 ^b	14		
15 ^b	18		
18 ^b	22		
20 ^b	25		

^a Cette tension est définie comme suit

- pour l'isolation principale directement exposée aux surtensions transitoires ou influencée de façon significative par ces dernières à partir du réseau à basse tension: la tension de choc assignée de l'appareil;
- pour une autre isolation principale: la tension de choc la plus élevée qui peut se produire dans le circuit;
- pour une isolation renforcée, voir les notes de bas de page a et b du Tableau 17 de l'IEC 61810-1:2015.

Dans des cas particuliers, des valeurs intermédiaires dérivées par interpolation peuvent être utilisées pour le dimensionnement des distances d'isolement.

^b Valeurs préférentielles concernant la catégorie de surtension (voir Annexe G).

^c Pour un matériau pour circuits imprimés, les valeurs pour le degré de pollution 1 s'appliquent, à l'exception du fait que la valeur ne doit pas être inférieure à 0,04 mm, comme cela est spécifié dans le Tableau 20 de l'IEC 61810-1:2015.

^d Dans la mesure où les dimensions du Tableau 18 de l'IEC 61810-1:2015 sont valables pour des altitudes inférieures ou égales à 2 000 m 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 d'altitude spécifié dans le Tableau A.2 de l'IEC 60664-1:2007.

^e Des détails concernant les degrés de pollution sont spécifiés à l'Annexe H de l'IEC 61810-1:2015.

13.3 Isolation solide

13.3.1 Généralités

L'isolation solide doit être capable de résister de façon durable aux contraintes électriques et mécaniques, ainsi qu'aux influences thermiques et environnementales qui peuvent se produire au cours de la durée de vie escomptée du relais.

La qualification de l'isolation solide doit être vérifiée par des essais diélectriques conformément à 10.2 de l'IEC 61810-1:2015 d'après les Tableaux 5 et 6, immédiatement après le préconditionnement de 10.1 de l'IEC 61810-1:2015.

Il n'y a pas d'exigence dimensionnelle pour l'épaisseur de l'isolation fonctionnelle et principale.

L'isolation principale est toujours directement adjacente au potentiel dangereux.

Les distances à travers l'isolation pour l'isolation supplémentaire et renforcée ne doivent pas être inférieures à 1 mm.

NOTE La distance à travers l'isolation peut cependant être réduite lorsque la norme IEC correspondante pour l'appareil spécifique dans lequel le relais doit être incorporé le permet.

En variante aux exigences susmentionnées relatives à l'isolation solide, une isolation supplémentaire ou renforcée peut être obtenue avec des solutions multicouches et/ou d'autres épaisseurs minimales telles que définies dans d'autres normes IEC valides (par exemple, IEC 60065, IEC 60335, IEC 60730). Cette isolation doit être décrite dans la fiche technique.

L'exigence susmentionnée ne signifie pas que la distance spécifiée à travers l'isolation doit être obtenue uniquement par l'isolation solide. L'isolation peut comprendre le matériau solide et un ou plusieurs intervalles dans l'air.

Cette exigence, cependant, n'est pas applicable lorsque l'isolation se compose de fines couches, sauf pour le mica et des matériaux d'échelle similaires, et si

- pour l'isolation supplémentaire, l'isolation se compose d'au moins deux couches, à condition que chacune des couches résiste à l'essai de rigidité diélectrique de 10.2 de l'IEC 61810-1:2015 pour l'isolation supplémentaire;
- pour l'isolation renforcée, l'isolation se compose d'au moins trois couches, à condition que deux couches résistent à l'essai de rigidité diélectrique de 10.2 de l'IEC 61810-1:2015 pour l'isolation renforcée.

13.3.2 Décharges partielles

Pour les composants conçus pour une tension de crête supérieure à 700 V, des décharges partielles peuvent se produire. L'essai conforme à 6.1.3.5 de l'IEC 60664-1:2007 doit être effectué afin de vérifier qu'aucune décharge partielle ne se produit. Le montage d'essai doit être conforme à C.1.2 de l'IEC 60664-1:2007. Les facteurs F_1 à F_4 doivent être appliqués, une limite de décharge partielle de 5pC doit être établie, t_1 doit être de 5 s et t_2 doit être de 10 s. Le mesurage doit être effectué avec du matériel d'essai à bande étroite, conformément à l'IEC 60270. Lorsque d'autres conditions sont appliquées à la demande du fabricant, les écarts doivent être notés dans le rapport d'essai.

Il est préférable d'appliquer la méthode d'essai à courant alternatif. Cependant, pour des conceptions spécifiques au courant continu à système de contacts polarisés, l'utilisation de la méthode d'essai à courant alternatif peut donner lieu à des résultats incorrects ou erronés.

13.6 Évaluation de la coordination de l'isolement en tant que système

13.6.1 Généralités

Les systèmes d'isolation pour lesquels la série IEC 60664 ne s'applique pas ou ne s'applique que partiellement doivent être évalués conformément au présent article. Les relais remplis de gaz en sont un exemple type.

Dans de tels cas, l'évaluation doit être effectuée d'une manière similaire à l'évaluation statistique de l'IEC 60060-1.

13.6.2 Procédure spéciale

La coordination de l'isolement des relais remplis de gaz doit être évaluée comme suit. Cette procédure doit être appliquée pour l'évaluation de l'isolation entre des contacts ouverts et peut être appliquée aux systèmes dans lesquels les distances d'isolement sont constituées d'une partie aérienne et d'une autre partie pour laquelle l'IEC 60664 ne s'applique pas.

En cas de distances d'isolement de composés, au moins une des distances doit satisfaire aux exigences d'isolation données. Lorsqu'une isolation double ou renforcée est exigée, une distance doit satisfaire aux exigences d'isolation double ou renforcée ou chaque distance doit satisfaire à l'exigence d'isolation principale. Dans ce cas, le système d'isolation doit être évalué en conséquence conformément aux exigences des 13.2 et 13.6.

13.6.3 Condition

Les conditions principales doivent être fournies afin d'appliquer la procédure suivante:

- la conception doit être considérée comme étant dépourvue de décharge partielle;
- l'étanchéité doit être assurée pendant la durée de vie du produit;
- un éventuel contournement survient toujours entre les contacts (distance d'isolement dans l'air);
- la tension d'essai utilisée doit être une tension de choc de 1,2/50 μ s.

La rigidité diélectrique de la conception complète est définie par $U_{50}^* - 3\sigma$ comme rigidité diélectrique minimale du système et doit être supérieure à la tension assignée de tenue aux chocs conformément au Tableau G.1. La correction d'altitude du Tableau F.5 de l'IEC 60664-1:2007 doit être utilisée le cas échéant.

13.6.4 Procédure d'essai

L'évaluation de la tension de décharge disruptive à cinquante pour cent U_d^* doit être effectuée d'une manière similaire à celle décrite en A.1.2 de l'IEC 60060-1:2010.

- Étant donné que le niveau du premier contournement n'est pas connu dans la plupart des cas, la méthode d'augmentation est recommandée (voir l'exemple du bas de la Figure 1).
- L'augmentation ou la diminution de l'impulsion dépend du résultat de la décharge précédente (voir la Figure 1 ci-dessous, à l'exception du fait que $n = 1 \rightarrow$ la tension varie après chaque décharge). Aucun claquage de l'isolation solide ou par le biais de lignes de fuite n'est admis.
- Pour chaque polarité, un minimum de 100 décharges (le comptage i indique le nombre de niveaux de tension acceptés, au moins 2 événements de tension doivent être consignés afin de considérer un niveau de tension comme étant accepté) doit être effectué. Pour les systèmes à contacts non polarisés, les deux directions doivent être soumises à l'essai.

13.6.5 Évaluation des données

L'évaluation des données est fondée sur celle de A.3.2 de l'IEC 60060-1:2010.

14.2 Bornes à vis et bornes sans vis

Les bornes à vis et les bornes sans vis doivent être conformes aux exigences et aux essais de l'IEC 60999-1 et de l'IEC 60999-2. Le courant d'essai doit être le courant assigné pour le relais (pas celui de la borne, qui peut être supérieur), comme cela est spécifié par le fabricant.

15 Étanchéité

L'Article 15 de l'IEC 61810-1 s'applique.

16 Résistance à la chaleur et au feu

L'Article 16 de l'IEC 61810-1 s'applique.

17 Essais spéciaux

Les spécifications particulières relatives aux exigences applicables aux relais stipulées par les normes d'application ou des applications particulières sont définies dans l'Annexe P, l'Annexe R, l'Annexe S et l'Annexe T lorsqu'elles sont spécifiées par le fabricant.

Elles donnent les exigences en cas de spécification de relais par le fabricant de sorte que leurs fonctions s'exécutent dans certaines conditions différentes des conditions normales de service décrites dans l'Article 6.

L'Annexe P indique les conditions d'essai et séquences d'essais ainsi que les résultats à obtenir lorsque le fabricant spécifie des exigences de résistance augmentée pour les bornes.

L'Annexe R indique les conditions d'essai et séquences d'essais ainsi que les résultats à obtenir lorsque le fabricant spécifie une capacité de court-circuit pour le relais.

L'Annexe S indique les essais applicables lorsque le fabricant spécifie le relais comme relais pour applications photovoltaïques.

L'Annexe T indique les essais applicables lorsque le fabricant spécifie le relais comme relais destiné à être utilisé dans les véhicules routiers.

Tous ces essais supplémentaires spéciaux ne sont pas obligatoires. Il n'est pas exigé qu'un relais satisfasse à un quelconque de ces essais pour être conforme au présent document.

NOTE Les exigences particulières concernant ces essais et les autres exigences relatives aux applications et définitions qui en résultent sont à l'étude.

Annexe A
(normative)

Explications concernant les relais

L'Annexe A de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe B
(informative)

Charges de contact inductives

L'Annexe B de l'IEC 61810-1:2015 s'applique, à l'exception des modifications suivantes dans les Tableaux B.1, B.2 et B.3.

**Tableau B.1 – Vérification du pouvoir de fermeture
et de coupure (conditions anormales)**

Classification	Fermeture			Coupure			Nombre de manœuvres et fréquence		
	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	Nombre de manœuvres	Fréquence en manœuvres par minute	Durée de l'alimentation s
Charge inductive alternative (bobine de contacteur, vanne solénoïde)	10	1,1	0,3	10	1,1	0,3	10	6	0,04
	Nombre total de manœuvres						10		
	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	Nombre de manœuvres	Fréquence en manœuvres par minute	Durée de l'alimentation
Charge inductive continue (bobine de contacteur, vanne solénoïde)	1,1	1,1	$6 \times P^a$	1,1	1,1	$6 \times P^a$	10	6	$T_{0,95}$
	Nombre total de manœuvres						10		
	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	Nombre de manœuvres	Fréquence en manœuvres par minute	Durée de l'alimentation
Charge inductive continue (moteurs shunt, démarrage, inversion de marche, marche par à-coups, coupure dynamique de moteurs)	4	1,05	7,5 ms ^b	1,05	1,05	7,5 ms	1	6	0,2 s
	Nombre total de manœuvres						1		
I_e	Courant de fonctionnement assigné					I	Courant de commutation		
U_e	Tension de fonctionnement assignée					U	Tension de commutation		
$P = U_e \times I_e$	Puissance de régime permanent en W					$T_{0,95}$	Temps pour atteindre 95 % du courant permanent en ms		
^a La valeur " $6 \times P$ " est dérivée d'une relation empirique adaptée à la plupart des charges inductives continues jusqu'à $P = 50$ W, où $6 \times P = 300$ ms. Les charges avec une puissance assignée supérieure à 50 W comprennent de petites charges en parallèle. Par conséquent, 300 ms est une limite supérieure indépendamment de la valeur de puissance.									
^b La charge inductive est exprimée par $P = U \times I > 50$ W et ne peut pas faire l'objet d'une classification type, où $T_{0,95} = 7,5$ ms.									

Tableau B.2 – Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure (conditions normales)

Classification	Fermeture			Coupure			Nombre de manœuvres et fréquence		
	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	Nombre de manœuvres	Fréquence en manœuvres par minute	Durée de l'alimentation s
Charge inductive alternative (bobine de contacteur, vanne solénoïde)	10	^c	0,3	1	^c	0,3	50	6	0,05
	10	1	0,3	1	1	0,3	10	> 60 ^b	0,05
	10	1	0,3	1	1	0,3	990	60	0,05
	10	1	0,3	1	1	0,3	5 000	6	0,05
Nombre total de manœuvres							6 050		
	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	Nombre de manœuvres	Fréquence en manœuvres par minute	Durée de l'alimentation s
Charge inductive continue (bobine de contacteur, vanne solénoïde)	1	^c	$6 \times P^a$	1	^c	$6 \times P^a$	50	6	$T_{0,95}$
	1	1	$6 \times P^a$	1	1	$6 \times P^a$	10	> 60 ^b	$T_{0,95}$
	1	1	$6 \times P^a$	1	1	$6 \times P^a$	990	60	$T_{0,95}$
	1	1	$6 \times P^a$	1	1	$6 \times P^a$	5 000	6	$T_{0,95}$
Nombre total de manœuvres							6 050		
	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	I/I_e	U/U_e	$T_{0,95}$	Nombre de manœuvres	Fréquence en manœuvres par minute	Durée de l'alimentation s
Charge inductive continue (moteurs shunt, démarrage, inversion de marche, marche par à-coups, coupure dynamique de moteurs)	4	1,05	7,5 ms ^d	1,5	1,05	7,5 ms ^d	Comme spécifié par le fabricant	6	0,2 s
	4	1,05	7,5 ms ^d	1,05	1,05	7,5 ms ^d	Comme spécifié par le fabricant	6	0,2 s
Nombre total de manœuvres									
I_e	Courant de fonctionnement assigné					I	Courant de commutation		
U_e	Tension de fonctionnement assignée					U	Tension de commutation		
$P = U_e \times I_e$	Puissance de régime permanent en W					$T_{0,95}$	Temps pour atteindre 95 % du courant permanent en ms		
<p>^a La valeur "$6 \times P$" est dérivée d'une relation empirique adaptée à la plupart des charges inductives continues jusqu'à $P = 50$ W, où $6 \times P = 300$ ms. Les charges avec une puissance assignée supérieure à 50 W comprennent de petites charges en parallèle. Par conséquent, 300 ms est une limite supérieure indépendamment de la valeur de puissance.</p> <p>^b Avec une fréquence maximale admissible (assurant une fermeture et une coupure fiables des contacts).</p> <p>^c L'essai est réalisé à une tension de $U_e \times 1,1$, avec le courant d'essai I_e ajusté à U_e.</p> <p>^d La charge inductive est exprimée par $P = U \times I > 50$ W et ne peut pas faire l'objet d'une classification type, où $T_{0,95} = 7,5$ ms.</p>									

Tableau B.3 – Essai d'endurance électrique

Courant	Classification	Fermeture			Coupure		
Courant alternatif	charge inductive (bobine de contacteur, vanne solénoïde)	I	U	$\cos \varphi$	I	U	$\cos \varphi$
		$10 I_e$	U_e	$0,7^a$	I_e	U_e	$0,4^a$
Courant continu ^b	charge inductive (bobine de contacteur, vanne solénoïde)	I	U	$T_{0,95}$	I	U	$T_{0,95}$
		I_e	U_e	$6 \times P^c$	I_e	U_e	$6 \times P^c$
Courant continu ^b	charge inductive (moteurs shunt, démarrage, inversion de marche, marche par à-coups, coupure dynamique de moteurs)	$4 I_e$	$1,05 U_e$	$7,5 \text{ ms}^d$	$1,05 I_e$	$1,05 U_e$	$7,5 \text{ ms}^d$
I_e	Courant de fonctionnement assigné			I	Courant de commutation		
U_e	Tension de fonctionnement assignée			U	Tension de commutation		
$P = U_e \times I_e$	Puissance de régime permanent en W			$T_{0,95}$	Temps pour atteindre 95 % du courant permanent en ms		
<p>^a Les facteurs de puissance indiqués sont des valeurs conventionnelles et n'apparaissent que dans les circuits d'essai dans lesquels les caractéristiques électriques des bobines sont simulées. Il est fait référence au fait que, pour les circuits avec un facteur de puissance de 0,4, les résistances de dérivation sont utilisées pour simuler l'effet d'amortissement dû aux pertes par courants de Foucault.</p> <p>^b Pour les charges inductives continues équipées d'un dispositif de commutation pour faire fonctionner une résistance économique, le courant de fonctionnement assigné doit être égal au moins au courant de fermeture le plus élevé.</p> <p>^c La valeur "$6 \times P$" est dérivée d'une relation empirique adaptée à la plupart des charges inductives continues jusqu'à $P = 50 \text{ W}$, où $6 \times P = 300 \text{ ms}$. Les charges avec une puissance assignée supérieure à 50 W comprennent de petites charges en parallèle. Par conséquent, 300 ms est une limite supérieure indépendamment de la valeur de puissance.</p> <p>^d La charge inductive est exprimée par $P = U \times I > 50 \text{ W}$ et ne peut pas faire l'objet d'une classification type, où $T_{0,95} = 7,5 \text{ ms}$.</p>							

Annexe C
(normative)

Montage d'essai

L'Annexe C de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe D
(informative)

Charges spéciales

L'Annexe D de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe E
(normative)

Montage de l'essai d'échauffement

L'Annexe E de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe F
(normative)

Mesurage des distances d'isolement et des lignes de fuite

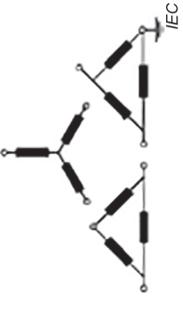
L'Annexe F de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe G
(normative)

Relation entre la tension assignée de choc, la tension nominale et la catégorie de surtension

Le Tableau G.1 de la présente Annexe remplace le Tableau G.1 de l'IEC 61810-1:2015.

Tableau G.1 – Correspondance entre la tension nominale du système d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs de l'appareil, en cas de protection contre les surtensions assurée par des parafoudres conformément à l'IEC 61810-1

Valeur maximale de la tension assignée de fonctionnement à la terre	Tension nominale du système d'alimentation ^a (≤ tension d'isolement assignée de l'appareil)				Valeurs préférentielles de tension assignée de tenue aux chocs (1,2/50 µs) à 2 000 m			
	 IEC Courant alternatif efficace V	 IEC Courant alternatif efficace V	 IEC Courant alternatif efficace ou courant continu V	 IEC Niveau d'origine de l'installation (entrée de service)	III Niveau du circuit de distribution	II Niveau de la charge (appareil, matériel)	I Niveau spécialement protégé	
50	-	-	12,5, 24, 25 30, 42, 48	60 à 30	0,8	0,5	0,33	
100	66/115	66	60	-	1,5	0,8	0,5	
150	120/208 127/220	115, 120 127	110, 120	220 à 110, 240 à 120	4	1,5	0,8	
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	200, 220, 230 240, 260 277	220	440 à 220	6	2,5	1,5	
600	347/600, 380/660 400/690, 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577, 600	480	960 à 480	8	4	2,5	
1 250	-	660, 690, 720 830, 1 000	1 000	-	12	6	4	
1 500					15	8	6	
2 000					18	12	8	
3 000 ^b					20	15	12	

<p>Remarque: Les descriptions des catégories de surtension ci-dessous sont données pour information. La catégorie de surtension réelle à prendre en considération doit être tirée de la norme de produits définissant l'application du relais.</p>	
Catégorie de surtension I	S'applique aux appareils destinés à la connexion aux installations fixes des bâtiments, mais dont les mesures ont été prises (dans l'installation fixe ou dans l'appareil) pour limiter les surtensions transitoires au niveau indiqué.
Catégorie de surtension II	S'applique aux appareils destinés à la connexion aux installations fixes des bâtiments.
Catégorie de surtension III	S'applique aux appareils dans les installations fixes, et lorsqu'un degré supérieur de disponibilité des appareils est prévu.
Catégorie de surtension IV	S'applique aux appareils destinés à être utilisés au niveau ou à proximité de l'origine de l'installation, du distributeur principal vers le réseau d'alimentation.
a	Conformément à l'IEC 60038.
b	Pour le courant continu uniquement.
c	Pour les systèmes triphasés à 3 fils et monophasés à 2 fils non mis à la terre ou non directement à la terre, utiliser la tension entre phases. Pour les systèmes triphasés à 4 fils et les systèmes monophasés à 3 fils, utiliser la tension phase à neutre. Pour un produit ou un équipement, utiliser la tension assignée d'isolement lorsqu'elle est spécifiée; si ce n'est pas le cas, utiliser la tension assignée la plus élevée. Pour une installation située dans un système d'alimentation, utiliser la tension permanente la plus élevée. Si la tension permanente la plus élevée est supérieure de 10 % ou moins à la tension nominale, la tension nominale peut être utilisée.

Annexe H
(normative)

Degrés de pollution

L'Annexe H de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe I
(normative)

Essai de tenue au cheminement

L'Annexe I de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe J
(informative)

Schéma des familles de connexions

L'Annexe J de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe K
(normative)

Essai au fil incandescent

L'Annexe K de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe L
(normative)

Essai à la bille

L'Annexe L de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe M
(informative)

Essai au brûleur-aiguille

L'Annexe M de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe N
(informative)

Résistance pour les procédés de brasage normalisés

L'Annexe N de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe O
(informative)

Appréciation du risque

L'Annexe O de l'IEC 61810-1:2015 s'applique.

Annexe P (informative)

Propriétés mécaniques des bornes

P.1 Généralités

La présente annexe relative aux essais des propriétés mécaniques des bornes est fondée sur l'IEC 60947-1. Les exigences de construction des bornes sont les suivantes.

Toutes les pièces de la borne qui maintiennent le contact et le passage du courant doivent être en métal de résistance mécanique adéquate.

Les raccordements par bornes doivent permettre de raccorder les conducteurs à l'aide de vis, de ressorts ou d'autres moyens équivalents, de manière à assurer en permanence la pression de contact nécessaire.

Les bornes doivent être réalisées de façon à pouvoir fixer les conducteurs entre des surfaces adéquates sans endommager notablement les conducteurs ou les bornes. Les bornes ne doivent pas permettre aux conducteurs de se déplacer ni pouvoir être elles-mêmes déplacées au risque de compromettre le fonctionnement du matériel. La tension d'isolement ne doit pas tomber en dessous des valeurs assignées. Si cela est exigé par l'application, les bornes et les conducteurs peuvent être raccordés à l'aide de cosses pour conducteurs en cuivre uniquement.

NOTE 1 Des exemples de dimensions extérieures de cosses d'extrémité adaptées pour un raccordement direct à des bornes à goujon fileté du matériel sont donnés à l'Annexe P de l'IEC 60947-1.

Des exemples de bornes sont donnés à l'Annexe D de l'IEC 60947-1:2007. Les exigences du présent paragraphe doivent être vérifiées par les essais de P.2, P.3 et P.4, suivant le cas.

NOTE 2 Les pays d'Amérique du Nord ont des exigences particulières pour les bornes convenant au raccordement de conducteurs en aluminium et leur marquage afin de repérer l'emploi de conducteurs en aluminium.

P.2 Résistance mécanique des bornes

P.2.1 Généralités

Sauf indication contraire du fabricant, chaque essai doit être effectué sur des bornes à l'état neuf et propre. Lorsque les essais sont effectués avec des conducteurs ronds en cuivre, ces derniers doivent être conformes à l'IEC 60028. Lorsque les essais sont effectués avec des conducteurs plats en cuivre, ceux-ci doivent avoir les caractéristiques suivantes:

- pureté minimale: 99,5 %;
- résistance maximale à la traction: 200 N/mm² à 280 N/mm²;
- dureté Vickers: 40 à 65.

P.2.2 Procédure

Les essais doivent être effectués avec le type de conducteur approprié de section maximale. Le conducteur doit être connecté et déconnecté cinq fois.

Pour les bornes à vis, le couple de serrage doit avoir la plus grande des deux valeurs suivantes: valeur conforme au Tableau P.1 ou 110 % du couple spécifié par le fabricant. Cet essai doit être effectué sur deux organes de serrage distincts. Lorsqu'une vis a une tête hexagonale susceptible d'être serrée par tournevis et que les valeurs des colonnes II et III sont différentes, l'essai est effectué deux fois, d'abord en appliquant à la tête hexagonale le

couple spécifié à la colonne III, ensuite, sur un autre jeu d'échantillons, en appliquant, au moyen d'un tournevis, le couple spécifié à la colonne II. Si les valeurs des colonnes II et III sont les mêmes, seul l'essai au moyen du tournevis est effectué. Chaque fois que la vis ou l'écrou de fixation est desserré, un conducteur neuf doit être utilisé pour chaque essai de serrage.

Tableau P.1 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis

Diamètre de la vis mm		Couple de serrage N·m		
Valeurs normales du système métrique	Plage de diamètres	I	II	III
1,6	≤1,6	0,05	0,1	0,1
2,0	>1,6 jusqu'à 2,0 inclus	0,1	0,2	0,2
2,5	>2,0 jusqu'à 2,8 inclus	0,2	0,4	0,4
3,0	>2,8 jusqu'à 3,0 inclus	0,25	0,5	0,5
–	>3,0 jusqu'à 3,2 inclus	0,3	0,6	0,6
3,5	>3,2 jusqu'à 3,6 inclus	0,4	0,8	0,8
4,0	>3,6 jusqu'à 4,1 inclus	0,7	1,2	1,2
4,5	>4,1 jusqu'à 4,7 inclus	0,8	1,8	1,8
5	>4,7 jusqu'à 5,3 inclus	0,8	2,0	2,0
6	>5,3 jusqu'à 6,0 inclus	1,2	2,5	3,0
8	>6,0 jusqu'à 8,0 inclus	2,5	3,5	6,0
10	>8,0 jusqu'à 10,0 inclus	–	4,0	10,0
12	>10 jusqu'à 12 inclus	–	–	14,0
14	>12 jusqu'à 15 inclus	–	–	19,0
16	>15 jusqu'à 20 inclus	–	–	25,0
20	>20 jusqu'à 24 inclus	–	–	36,0
24	>24	–	–	50,0

La colonne I s'applique aux vis sans tête qui, lorsqu'elles sont serrées, ne dépassent pas de leur logement, et aux autres vis qui ne peuvent être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le fond de filet de la vis.

La colonne II s'applique aux écrous et aux vis serrées au moyen d'un tournevis.

La colonne III s'applique aux écrous et aux vis qui peuvent être serrés par des moyens autres qu'un tournevis.

P.2.3 Exigences

Pendant l'essai, les organes de serrage et les bornes ne doivent pas prendre de jeu et il ne doit se produire aucun dommage (par exemple une rupture des vis ou une détérioration des fentes des têtes de vis, des filetages ou taraudages, des rondelles ou étriers) susceptible d'affecter l'emploi ultérieur des raccordements à vis.

P.3 Essai de flexion (essais de détérioration et de desserrage accidentel des conducteurs)

P.3.1 Généralités

Cet essai est applicable aux bornes destinées au raccordement de conducteurs ronds en cuivre, non préparés, et dont le nombre, la section et le type (souple et/ou rigide (à âme divisée et/ou massive)) sont spécifiés par le fabricant.

NOTE Un essai approprié pour les conducteurs plats en cuivre peut être effectué par accord entre le fabricant et l'utilisateur.

P.3.2 Procédure

Les essais suivants doivent être effectués sur deux échantillons à l'état neuf avec

- a) le nombre maximal de conducteurs de la section la plus petite raccordés à la borne;
- b) le nombre maximal de conducteurs de la section la plus grande raccordés à la borne;
- c) le nombre maximal de conducteurs de la plus petite et de la plus grande section raccordés ensemble à la borne.

Les bornes destinées au raccordement, soit de conducteurs souples, soit de conducteurs rigides (à âme massive et/ou divisée) doivent être soumises à l'essai avec chaque type de conducteur avec des jeux d'échantillons différents.

Les bornes destinées au raccordement simultané de conducteurs souples et de conducteurs rigides (à âme massive et/ou divisée) doivent être soumises à l'essai comme indiqué en c) ci-dessus.

L'essai doit être effectué avec un dispositif d'essai approprié. Le nombre spécifié de conducteurs doit être raccordé à la borne. Il convient que la longueur des conducteurs d'essai soit supérieure de 75 mm à la hauteur H spécifiée dans le Tableau P.2. Les vis de serrage doivent être serrées avec un couple de valeur conforme au Tableau P.1 ou le couple spécifié par le fabricant. Le dispositif en essai doit être fixé comme représenté à la Figure P.1.

**Tableau P.2 – Grandeurs d'essai pour les essais de flexion
et de traction des conducteurs ronds en cuivre**

Section du conducteur		Diamètre du trou du manchon ^{a, b}	Hauteur <i>H</i> ^a	Masse	Effort de traction
mm ²	AWG/kcmil				
		mm	mm	kg	N
0,2	24	6,5	260	0,2	10
0,34	22	6,5	260	0,2	15
0,5	20	6,5	260	0,3	20
0,75	18	6,5	260	0,4	30
1,0	—	6,5	260	0,4	35
1,5	16	6,5	260	0,4	40
2,5	14	9,5	280	0,7	50
4,0	12	9,5	280	0,9	60
6,0	10	9,5	280	1,4	80
10	8	9,5	280	2,0	90
16	6	13,0	300	2,9	100
25	4	13,0	300	4,5	135
—	3	14,5	320	5,9	156
35	2	14,5	320	6,8	190
—	1	15,9	343	8,6	236
50	0	15,9	343	9,5	236
70	00	19,1	368	10,4	285
95	000	19,1	406	14	351
—	0000	19,1	368	14	427
120	250 kcmil	22,2	406	14	427
150	300 kcmil	22,2	406	15	427
185	350 kcmil	25,4	432	16,8	503
—	400 kcmil	25,4	432	16,8	503
240	500 kcmil	28,6	464	20	578
300	600 kcmil	28,6	464	22,7	578

^a Tolérances: pour la hauteur $H \pm 15$ mm, pour le diamètre du trou du manchon ± 2 mm.

^b Si le diamètre du trou du manchon n'est pas assez grand pour recevoir le conducteur sans retenue, un manchon dont la taille du trou est immédiatement supérieure peut être utilisé.

Dimensions en millimètres

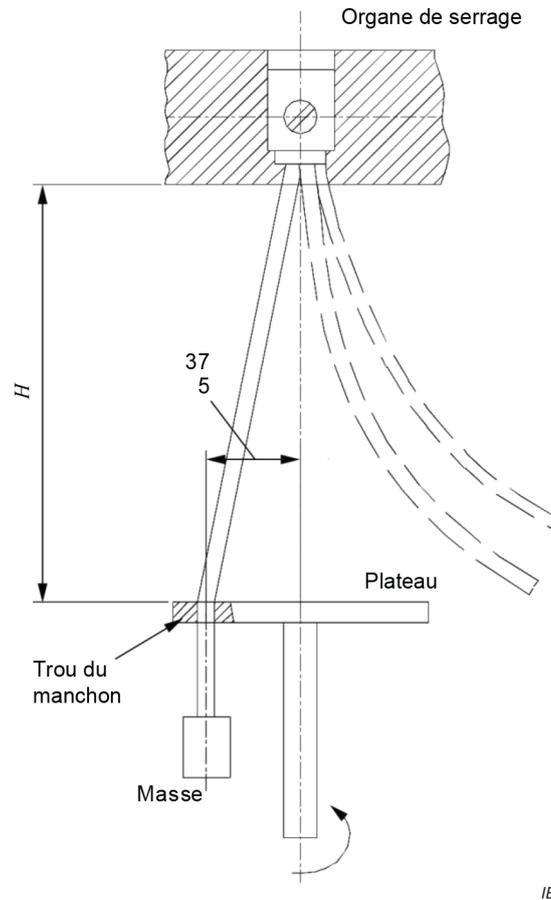


Figure P.1 – Matériel d'essai pour l'essai de flexion

Chaque conducteur est soumis à des mouvements circulaires, conformément à la procédure suivante:

L'extrémité du conducteur à l'essai doit passer par un manchon de taille appropriée dans un plateau, situé sous la borne du matériel, à une hauteur H donnée dans le Tableau P.2. Les autres conducteurs doivent être pliés pour ne pas influencer le résultat de l'essai. Le manchon doit être placé dans le plateau horizontal ayant le même axe que le conducteur. Le manchon doit être déplacé de manière que son axe décrive un cercle de 75 mm de diamètre autour de son axe à $10 \text{ r/min} \pm 2 \text{ r/min}$. La distance entre l'entrée de la borne et la surface supérieure du manchon doit être égale à la hauteur $H \pm 15 \text{ mm}$ du Tableau P.2. Le manchon doit être lubrifié pour éviter de coincer, tordre ou faire tourner le conducteur isolé. Une masse de valeur spécifiée dans le Tableau P.2 doit être suspendue à l'extrémité du conducteur. L'essai doit comporter 135 rotations continues.

P.3.3 Exigences

Au cours de l'essai, le conducteur ne doit ni glisser hors de la borne ni se casser à proximité de l'organe de serrage.

Immédiatement après l'essai de flexion, chaque conducteur en essai doit être soumis à l'essai de traction dans le matériel d'essai.

P.4 Essai de traction

P.4.1 Généralités

Immédiatement après l'essai de flexion, chaque conducteur en essai doit être soumis à l'essai de traction dans le matériel d'essai.

P.4.2 Procédure

D'après les règles de l'essai de flexion, l'effort de traction indiqué dans le Tableau P.2 pour les conducteurs ronds en cuivre ou dans le Tableau P.3 pour les conducteurs plats en cuivre doit être appliqué au conducteur soumis à l'essai conformément à l'essai de flexion.

Les vis de serrage ne doivent pas être serrées à nouveau pour cet essai. Cet effort doit être appliqué sans secousse pendant 1 min.

Tableau P.3 – Grandeurs d'essai pour l'essai de traction des conducteurs plats en cuivre

Largeur maximale des conducteurs plats	Effort de traction
mm	N
12	100
14	120
16	160
20	180
25	220
30	280

P.4.3 Exigences

Au cours de l'essai, le conducteur ne doit ni glisser hors de la borne ni se casser à proximité de l'organe de serrage.

Annexe Q (normative)

Stabilité à long terme de l'étanchéité (évaluation du taux de fuite)

Q.1 Généralités

Cet essai s'applique lorsqu'il est nécessaire d'employer une étanchéité assurant le bon fonctionnement/la sécurité et les paramètres spécifiés.

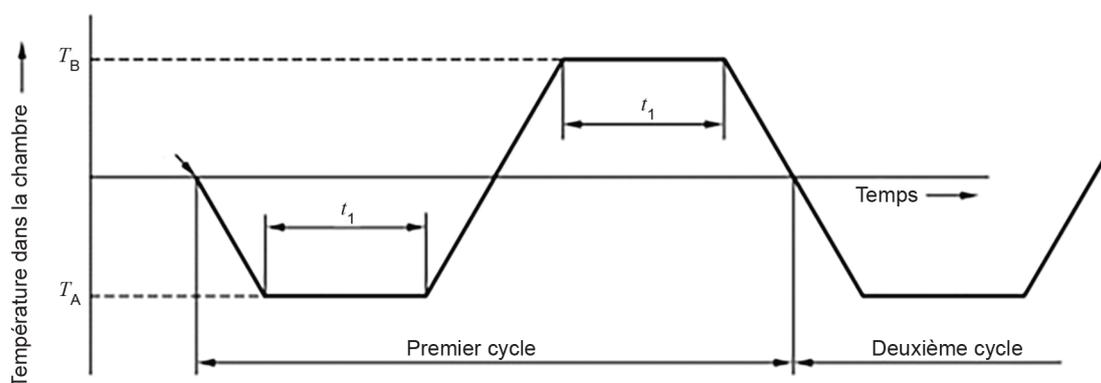
NOTE Cet essai s'applique lorsque les propriétés fonctionnelles du relais dépendent d'une chambre à gaz interne (par exemple, chambre de contact) ayant des propriétés spécifiques (par exemple, évacuation de volume, volume rempli de gaz).

L'essai doit être effectué par rapport aux exigences RT IV ou RT V. Le cas échéant, la chambre à gaz appropriée doit être soumise à l'essai séparément. L'essai de fuite est fondé sur l'IEC 60068-2-14 et l'Article 15 de l'IEC 61810-1:2015.

Q.2 Procédure

Q.2.1 Préconditionnement

Les relais doivent être soumis à des cycles de température conformément à l'IEC 60068-2-14, essai Nb, constitué de 50 cycles, chaque cycle comprenant 1 h (t_1) à -40 °C (T_A) suivie de 1 h (t_1) à $+85\text{ °C}$ (T_B), tel que représenté à la Figure Q.1. La vitesse de variation de la température doit être de 1 K/min.



IEC

Figure Q.1 – Cycle de température

Une vitesse plus élevée de variation peut être utilisée si la température mesurée aux bornes du relais atteint -37 °C à une température ambiante de -40 °C ou $+82\text{ °C}$ à une température ambiante de $+85\text{ °C}$ avant la fin d'un temps d'exposition d'une heure (t_1).

À la fin des 50 cycles, les relais doivent retourner à une température ambiante de $(25 \pm 5)\text{ °C}$ pendant une durée minimale de 3 h.

Q.2.2 Évaluation

- La technologie des relais selon le Tableau 2 de l'IEC 61810-1:2015 doit être vérifiée
- Examen visuel
- Vérification des fonctions d'exploitation de base conformément à l'Article 9

- d) Essai d'échauffement conformément à l'Article 8
- e) Rigidité diélectrique conformément à l'Article 10

NOTE Une procédure alternative (décharge d'arc électrique entre les contacts) est à l'étude.

Q.2.3 Exigences

- a) La technologie des relais doit être telle que spécifiée par le fabricant
- b) Aucune déformation ou aucun dommage aux pièces susceptibles d'affecter le fonctionnement normal et la protection
- c) Le relais doit satisfaire aux exigences de 5.3, 5.4 ou 5.5 de l'IEC 61810-1:2015, le cas échéant
- d) Les exigences de l'Article 8 de l'IEC 61810-1:2015 s'appliquent
- e) Les exigences de l'Article 10 de l'IEC 61810-1:2015 s'appliquent

Annexe R (informative)

Capacité de court-circuit

R.1 Généralités

Le relais en essai doit être neuf et propre et monté de la même façon qu'en service ou comme cela est spécifié par le fabricant. Le montage d'essai est représenté à la Figure R.1. Les détails du dispositif de protection contre les courts-circuits spécifié doivent être donnés par le fabricant.

L'essai doit être effectué dans les conditions de référence indiquées dans l'Article 4 de l'IEC 61810-1.

La bobine du relais en essai doit être alimentée à la tension assignée, sauf indication contraire du fabricant.

La source d'alimentation doit satisfaire aux exigences minimales suivantes:

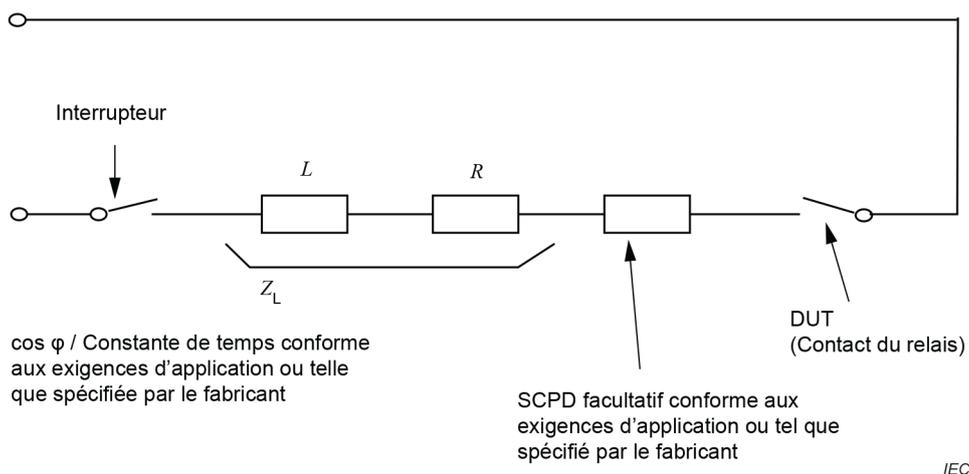
- $Z_s < \frac{1}{4} Z_L$ en courant alternatif
- $R_s < \frac{1}{4} R_L$ en courant continu

NOTE 1 L'impédance de charge Z_L et la résistance de charge R_L comprennent le câblage du circuit aux bornes d'alimentation.

NOTE 2 Z_s est l'impédance de la source d'alimentation; R_s est la résistance de la source d'alimentation mesurée jusqu'aux bornes d'alimentation.

Le câblage du court-circuit doit avoir au moins la section transversale suffisante pour le courant nominal, conformément au Tableau 10 de l'IEC 61810-1:2015 et au Tableau 3 et Tableau 4 du présent document. Lorsque la résistance de la boucle de court-circuit est trop élevée pour atteindre le courant de court-circuit présumé, une section transversale plus importante doit être choisie.

Le dispositif de protection contre les courts-circuits de la source d'alimentation (y compris les dispositifs primaires et secondaires de protection) doit assurer que le courant de court-circuit présumé peut circuler sans être perturbé pendant au moins quatre demi-ondes en courant alternatif ou pendant 20 ms en courant continu pour la décharge d'étalonnage.



Z_L : Impédance

L : Inductance

R : Résistance

Les valeurs doivent être spécifiées par le fabricant.

NOTE 1 Le SCPD (*short-circuit protective device*) est un dispositif de protection contre les courts-circuits (par exemple, fusible). La coupure peut être plus sensible qu'avec le SCPD principal (défini par l'application ou par le fabricant).

NOTE 2 Le mesurage de la durée d'arc peut être une information utile pour le fabricant du relais.

Figure R.1 – Circuit d'essai de la capacité de court-circuit

R.2 Procédure

R.2.1 Généralités

Le relais doit supporter la contrainte générée par le courant de court-circuit dans les conditions spécifiées par le fabricant.

R.2.2 Préconditionnement

Le relais peut être préconditionné plusieurs fois (le cas échéant) avant l'essai, sans charge ou à un courant quelconque ne dépassant pas le courant assigné. Le préconditionnement (le cas échéant) doit être mentionné dans le rapport d'essai.

R.2.3 Étalonnage du circuit d'essai

Pour l'étalonnage du circuit, le dispositif en essai (DUT – *device under test*) doit être shunté le plus près possible du DUT. Cependant, le pont doit avoir la même longueur et la même section transversale que le chemin de câbles shunté.

La forme de courant doit être consignée et doit être incluse dans le rapport d'essai.

R.2.4 Procédure et/ou séquence d'essai

La procédure et/ou la séquence doivent être choisies conformément à l'application. Cependant, le DUT doit être manœuvré et surveillé conformément à la Figure C.2 de l'IEC 61810-1:2015.

Exemples de séquences types:

- Le SCPD est utilisé:

- La fermeture du DUT est en condition de défaut, le SCPD se coupe
- Le DUT est fermé, la fermeture est effectuée par l'interrupteur, le SCPD se coupe
- En l'absence de SCPD:
 - Le DUT est fermé, la fermeture et la coupure sont effectuées par l'interrupteur pendant une durée spécifique
 - La fermeture du DUT est en condition de défaut, la coupure est effectuée par l'interrupteur pendant une durée spécifique
 - Le DUT est fermé, la fermeture est effectuée par l'interrupteur, la coupure est effectuée par le DUT après une durée spécifique
- Le DUT a des fonctions de SCPD:
 - La fermeture et la coupure du DUT sont en condition de défaut
 - Le DUT est fermé, la fermeture est effectuée par l'interrupteur, le DUT à fonction de SCPD se coupe

Et éventuellement des combinaisons de ces exemples.

Sauf spécification contraire, le dispositif doit supporter des valeurs au moins égales à 3 fois celles exigées. Un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque essai.

R.3 Exigences

Après l'essai de la capacité de court-circuit, le relais doit satisfaire aux exigences indiquées par le fabricant ou dans la norme d'application.

Si l'isolation principale est exigée, l'essai diélectrique conforme à 11.4 est exigé.

R.4 Conditions d'essai

Le fabricant spécifie les conditions suivantes:

- nombre d'échantillons d'essai;
- conditions d'alimentation, si elles diffèrent de celles de la tension assignée de la bobine;
- polarité de contact;
- tension d'essai;
- courant d'essai;
- temps au courant de court-circuit;
- critères de défaut;
- séquence d'essai;
- montage général d'essai.

Les conditions d'essai doivent être mentionnées dans le rapport d'essai. Si les conditions d'essai sont valides pour tous les produits/toutes les applications, alors elles doivent être ajoutées à la fiche technique/spécification.

Annexe S (informative)

Essais spéciaux pour les applications – Systèmes photovoltaïques

S.1 Généralités

La présente annexe s'applique aux relais électromécaniques élémentaires destinés à être utilisés avec des systèmes photovoltaïques (PV), ci-après dénommés "relais PV".

Les relais PV utilisés dans les systèmes PV sont soumis à des conditions électriques, environnementales et fonctionnelles qui diffèrent des conditions générales prises en compte dans le corps du texte du présent document.

Les exigences ont donc été adaptées afin de refléter ces conditions d'utilisation.

La présente annexe a pour objet d'indiquer:

- les exigences relatives aux relais PV à utiliser du côté courant continu des applications PV et pour la déconnexion du côté courant alternatif;
- les essais destinés à vérifier les performances de produit après une exposition aux conditions environnementales attendues dans les systèmes PV.

S.2 Coordination de l'isolement

La tension assignée de tenue aux chocs doit satisfaire aux exigences correspondant à la catégorie de surtension II conformément à l'Annexe G de l'IEC 61810-1.

En cas d'exigence applicable aux coupures totales, l'altitude du système PV doit être prise en considération conformément au Tableau 7.

S.3 Marquage de produits

L'Article 7 s'applique avec les ajouts suivants:

Les caractéristiques assignées et les informations relatives au court-circuit conformes à la présente annexe d'un relais élémentaire destiné à ne pas être utilisé uniquement dans les applications PV doivent être indiquées de manière totalement distincte des caractéristiques assignées conformes au corps du texte du présent document.

Un relais PV doit porter un marquage indiquant une méthode et un schéma de connexion en série des pôles (comme nécessaire pour chaque caractéristique assignée) dans les conditions du point 3.h) en Tableau 2 et 5.e) du Tableau 6 de l'IEC 61810-1:2015.

S.4 Exigences de performance – Endurance électrique

L'Article 11 s'applique avec les deux modifications suivantes:

Les conditions de surcharge ne surviennent pas dans les applications PV et peuvent uniquement donner lieu à des courts-circuits. Par conséquent, aucun essai de surcharge n'est exigé.

L'essai d'échauffement suivant l'essai d'endurance électrique doit être effectué dans les conditions décrites dans l'Article 8.

S.5 Essais de type

S.5.1 Généralités

En règle générale, le Tableau 1 s'applique. Les essais supplémentaires présentés dans le Tableau S.1 doivent être effectués.

Tableau S.1 – Essais spéciaux pour systèmes photovoltaïques

N° d'essai	Essai	Normes de référence des conditions d'essai	Effectif d'échantillon	Nombre acceptable de défaillances	Exigences de performance
S.5.2	Essai de court-circuit	Annexe R informative et spécifications de S.5.2	3	0	Comme spécifié par le fabricant
S.5.3	Essai du courant critique de charge continu	S.5.3	3	0	Comme spécifié par le fabricant
S.5.4	Essai climatique	IEC 60068-2-30, Essai Db S.5.4	3	0	Comme spécifié par le fabricant
S.5.5	Essais spéciaux – brouillard salin, vibrations et chocs	IEC 60068-2-52, Essai Kb IEC 60068-2-6, Essai Fc IEC 60068-2-27, Essai Ea	3	0	Comme spécifié par le fabricant

S.5.2 Essai de court-circuit

Le fabricant doit spécifier les conditions des limites de courant de court-circuit. L'essai doit être effectué conformément à l'Annexe R.

Après l'essai de court-circuit, un essai d'échauffement doit être effectué dans les conditions décrites dans l'Article 8.

Un examen visuel doit confirmer l'absence de déformation ou de dommage des pièces susceptible d'affecter le fonctionnement normal et la protection.

La vérification des fonctions d'exploitation de base conformément à l'Article 9 doit être effectuée.

La rigidité diélectrique doit être vérifiée conformément à l'Article 10.

S.5.3 Essai du courant critique de charge continu

Cet essai s'applique aux caractéristiques assignées en courant continu uniquement.

Le montage d'essai doit être conforme à l'Article 11 ainsi qu'à l'Annexe C et à l'Annexe E de l'IEC 61810-1 et comprendre trois échantillons.

L'essai doit être effectué à la tension continue maximale de fonctionnement et avec une batterie équipée d'un dispositif de protection contre les courants de défaut, ou sans batterie, comme cela est spécifié par le fabricant.

Le relais PV doit être manœuvré 10 fois à chacun des courants d'essai énumérés ci-dessous. Si le sens de passage du courant est spécifié par le fabricant (relais polarisé), l'essai doit être effectué en faisant passer le courant dans le sens spécifié, tel qu'indiqué par la polarité et le marquage amont/aval. Dans le cas contraire, 5 manœuvres doivent être effectuées dans le sens direct et 5 dans le sens inverse.

Au cours de chaque cycle de manœuvres, le relais PV doit rester fermé pendant une durée suffisante pour assurer l'établissement complet du courant, sans dépasser 2 s, sauf spécification contraire du fabricant.

Sauf spécification contraire du fabricant, la constante de temps de 1 ms doit être conforme au Tableau 11 de l'IEC 60947-2:2016 pour le fonctionnement en service; à la discrétion du fabricant, une valeur plus élevée peut être utilisée, auquel cas cette valeur doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Le nombre de cycles de manœuvres par heure doit être conforme au Tableau S.2.

La durée d'arc pendant l'essai doit être consignée et ne doit pas dépasser 1 s.

Les valeurs du courant d'essai doivent être: 4 A, 8 A, 16 A, 32 A et 63 A en courant continu, avec une tolérance de $\pm 10\%$, sans toutefois dépasser le courant assigné. La valeur critique est déterminée en considérant la durée d'arc moyenne maximale, pour chaque sens de passage du courant, le cas échéant. La valeur la plus élevée et la valeur la plus basse du courant d'essai doivent présenter des durées d'arc moyennes plus courtes que pour la valeur critique. Si nécessaire, pour déterminer la valeur critique, la plage des courants d'essai doit être étendue à la hausse ou à la baisse en appliquant un rapport de 2 autant de fois que nécessaire, sans toutefois dépasser la valeur du courant assigné. Si aucune valeur critique du courant n'est observée dans les limites de ces critères, aucun autre essai conformément au présent paragraphe n'est exigé.

À l'issue de cet essai, le même échantillon doit faire l'objet d'une vérification de fonctionnement en service de 50 manœuvres, dans les mêmes conditions, au courant et dans le sens correspondant à la valeur critique. Le cas échéant, 100 manœuvres doivent être effectuées au lieu de 50, sauf spécification contraire du fabricant.

Après cet essai, la rigidité diélectrique doit être vérifiée selon 11.4 de l'IEC 61810-1 avec une tension d'essai en courant continu.

Tableau S.2 – Nombre de cycles de manœuvres

Courant assigné ^a	Nombre de cycles de manœuvres par heure ^b	Nombre de cycles de manœuvres		
		Sans courant	Avec courant ^c	Total
$I_n \leq 100$	120	9 700	300	10 000
$100 < I_n \leq 315$	120	7 800	200	8 000
$315 < I_n \leq 630$	60	4 800	200	5 000
$630 < I_n \leq 2 500$	20	2 900	100	3 000
$2 500 < I_n$	10	1 900	100	2 000

^a Indique le courant assigné maximal pour une taille donnée.

^b La colonne 2 indique la fréquence de manœuvre minimale. Cette fréquence peut être augmentée avec l'accord du fabricant; dans ce cas, la fréquence utilisée doit être indiquée dans le rapport d'essai.

^c Au cours de chaque cycle de manœuvres, le relais PV doit rester fermé pendant un temps suffisant pour assurer l'établissement complet du courant mais ne dépassant pas 2 s.

S.5.4 Essai climatique

Les relais doivent être soumis à l'essai de chaleur humide conformément à l'IEC 60068-2-30, essai Db, 2 cycles à 40 °C, variante 2.

Après l'essai, les échantillons d'essai doivent être stockés dans des conditions atmosphériques normales pendant une durée minimale de reprise de 3 h.

Un examen visuel doit confirmer l'absence de déformation ou de dommage des pièces susceptible d'affecter le fonctionnement normal et la protection.

La vérification des fonctions d'exploitation de base conformément à l'Article 9 doit être effectuée.

La rigidité diélectrique doit être vérifiée conformément à l'Article 10 (à l'exception du 10.1 de l'IEC 61810-1:2015).

À la discrétion du fabricant, cet essai peut être associé à l'essai de cycles thermiques (voir Annexe Q) et effectué sur les mêmes échantillons.

S.5.5 Essais spéciaux – Brouillard salin, vibrations et chocs

Les essais suivants de Tableau S.3 doivent être effectués à la discrétion du fabricant. En tant qu'essais spéciaux, ces essais supplémentaires ne sont pas obligatoires et il n'est pas nécessaire qu'un relais satisfasse à un quelconque de ces essais pour être conforme au présent document.

Tableau S.3 – Tests spéciaux

Essai	Normes de référence des conditions d'essai	Exigences de performance
Brouillard salin	IEC 60068-2-52, Essai Kb	Comme définies par le fabricant, y compris pour le niveau de sévérité
Vibrations	IEC 60068-2-6, Essai Fc	Comme définies par le fabricant
Chocs	IEC 60068-2-27, Essai Ea	Comme définies par le fabricant

Annexe T (informative)

Essais spéciaux pour les applications – Véhicules routiers

T.1 Généralités

Ces essais spéciaux servent à qualifier les relais élémentaires dans certaines applications énumérées ci-après. Ils ont été établis d'après des normes spécifiques aux applications telles que l'ISO 16750-1:2018, l'ISO 16750-2:2012 et l'IEC 60947-1:2007, entre autres.

Pour les essais de T.2.8 et de T.2.9, le fabricant doit définir si de tels essais doivent être effectués sur le relais proprement dit ou sur le matériel dans lequel le relais est monté.

T.2 Véhicules routiers

T.2.1 Généralités

Le Tableau T.1 définit les essais applicables, les conditions d'essai, les exigences de performance, l'effectif d'échantillon et le nombre acceptable de défaillances pour les applications dans des véhicules routiers.

Tableau T.1 – Essai spécial pour les véhicules routiers

N° de l'essai	Essai	Normes de référence des conditions d'essai	Effectif d'échantillon	Nombre acceptable de défaillances	Exigences de performance
T.2.2	Chute momentanée de la tension d'alimentation	4.6.1 de l'ISO 16750-2:2012	1	0	Classe B de l'ISO 16750-1:2018
T.2.3	Comportement de réinitialisation lors de la chute de tension de la bobine	4.6.2 de l'ISO 16750-2:2012	1	0	Classe C de l'ISO 16750-1:2018
T.2.4	Surtension de la bobine	4.3.1.1 et 4.3.2.1 de l'ISO 16750-2:2012	1	0	Classe C de l'ISO 16750-1:2018
T.2.5	Baisse et augmentation lentes de la tension d'alimentation	4.5 de l'ISO 16750-2:2012	1	0	Classe D ou Classe C de l'ISO 16750-1:2006
T.2.6	Endurance électrique	Article 11 de l'IEC 61810-1:2015.	1	0	Article 11 de l'IEC 61810-1:2015
T.2.7	Bruit acoustique	4.44 de l'IEC 61810-7:2006	1	0	Comme spécifiées par le fabricant
T.2.8	Vibrations	4.1.2.4 et 4.1.2.6 de l'ISO 16750-3:2012; 4.28 de l'IEC 61810-7:2006	1	0	Classe A ou Classe C de l'ISO 16750-1:2006 pour l'essai selon l'ISO 16750-3 ou T.2.8.1.3 T.2.8.2.3
T.2.9	Chocs	4.1.2.2 de l'ISO 16750-3:2012; 4.26 de l'IEC 61810-7:2006	1	0	Classe A de l'ISO 16750-1:2006 pour l'essai selon l'ISO 16750-3 ou T.2.9.4

NOTE Des effectifs d'échantillon différents peuvent être spécifiés par le fabricant.

Termes utilisés dans la présente annexe:

- La chute momentanée de la tension d'alimentation est la chute de tension de l'alimentation de la bobine d'un relais.
- U_N : tension nominale; valeur utilisée pour décrire le réseau électrique de la tension d'alimentation d'un véhicule.
- U_S : tension d'alimentation du réseau électrique d'un véhicule qui varie avec la charge du système et la condition de fonctionnement du générateur.
- U_{Smin} : tension d'alimentation minimale; tension d'alimentation la plus basse de la plage spécifiée de tensions d'alimentation du dispositif en essai (DUT) à laquelle le DUT atteint la classe de performance A.
- U_{Smax} : tension d'alimentation maximale; tension d'alimentation la plus élevée de la plage spécifiée de tensions d'alimentation du DUT à laquelle le DUT atteint la classe de performance A. Tension(s) d'alimentation d'essai appliquée(s) au DUT pendant un essai.

EXEMPLE U_A et U_B

- T_{min} : température minimale de fonctionnement; valeur minimale de la température ambiante à laquelle le système/les composants peuvent fonctionner.
- T_{max} : température maximale de fonctionnement; valeur maximale de la température ambiante à laquelle le système/les composants peuvent fonctionner.

Définitions liées à la classification des états fonctionnels (pour la présente annexe):

- classe A: toutes les fonctions des relais s'exécutent comme prévu lors de leur conception pendant et après l'essai.
- classe B: toutes les fonctions des relais s'exécutent comme prévu lors de leur conception pendant et après l'essai. Cependant, l'une ou plusieurs d'entre elles peuvent dépasser la tolérance spécifiée pendant l'essai. Toutes les fonctions rétablissent automatiquement les limites normales après l'essai. Les fonctions de mémorisation entrent dans la classe A.

NOTE Le fabricant spécifie les fonctions du relais qui s'exécutent comme prévu lors de leur conception pendant l'essai et les fonctions pouvant dépasser la tolérance spécifiée.

- classe C: une ou plusieurs fonctions des relais ne s'exécutent pas comme prévu lors de leur conception pendant l'essai, mais elles retournent automatiquement en fonctionnement normal après l'essai.
- classe D: une ou plusieurs fonctions des relais ne s'exécutent pas comme prévu lors de leur conception pendant l'essai et ne retournent pas automatiquement en fonctionnement normal après l'essai jusqu'à ce que le dispositif/système soit réinitialisé par une simple action "fonctionnement/utilisation".
- classe E: une ou plusieurs fonctions des relais ne s'exécutent pas comme prévu lors de leur conception pendant et après l'essai et ne peuvent pas retrouver un fonctionnement approprié sans réparation ou remplacement du dispositif/système.

T.2.2 Chute momentanée de la tension d'alimentation

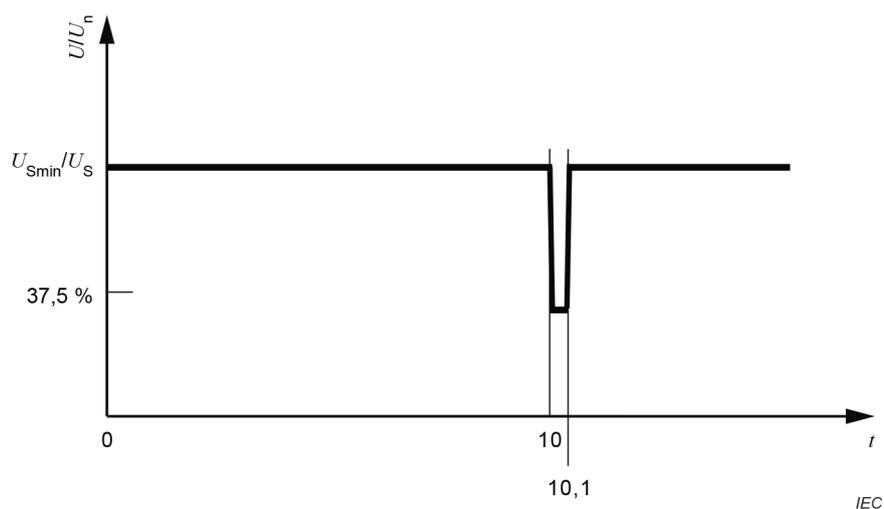
T.2.2.1 Objectif

Cet essai simule les effets de la fusion d'un élément conventionnel de fusible dans un autre circuit.

T.2.2.2 Méthode d'essai

L'influence due à une chute instantanée de tension est vérifiée par un autre circuit raccordé à la même alimentation que la bobine du relais.

Appliquer simultanément l'impulsion d'essai (voir Figure T.1) à toutes les entrées (connexions) pertinentes du DUT. Le temps de montée et le temps de descente ne doivent pas durer plus de 10 ms.



Légende

t	temps en secondes
U	tension d'essai en pourcentage
U_n	tension nominale
U_{Smin}	tension minimale d'alimentation

Figure T.1 – Chute courte de tension pour réseau à tensions nominales

T.2.2.3 Exigences

L'état fonctionnel doit être de classe B au minimum comme indiqué en T.2.1. La réinitialisation est admise lorsque le fabricant le spécifie.

T.2.3 Comportement de réinitialisation lors de la chute de tension

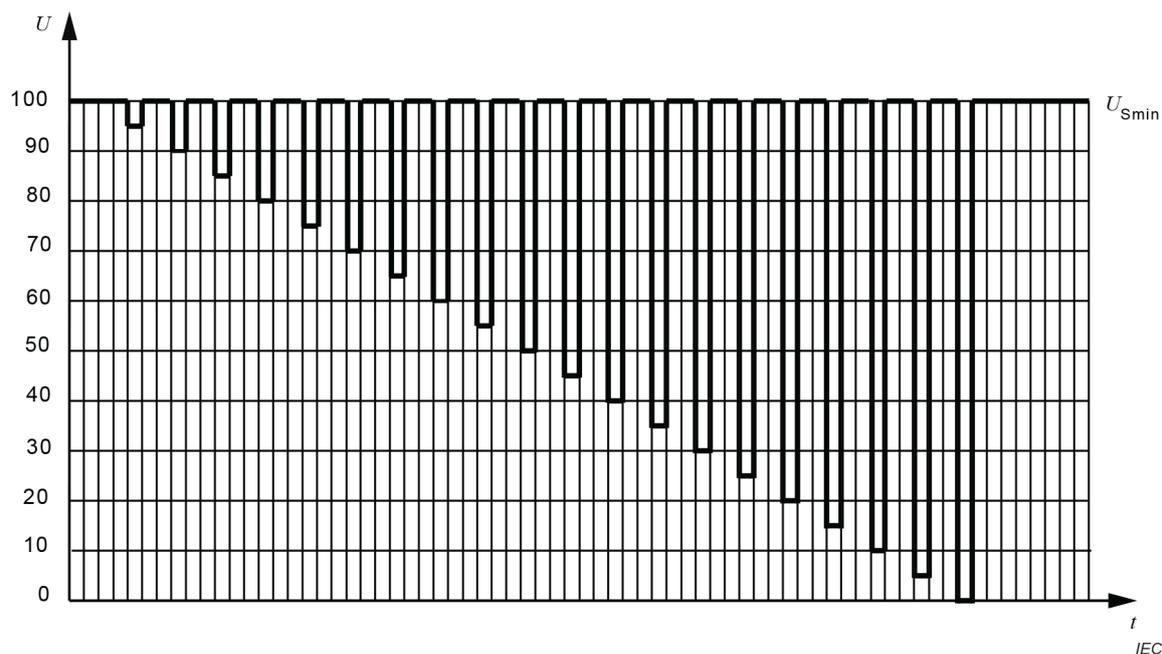
T.2.3.1 Objectif

Cet essai vérifie le comportement de réinitialisation du DUT lors des différentes chutes de tension. Cet essai s'applique aux matériels à fonction de réinitialisation, par exemple, les matériels équipés de microcontrôleur(s).

T.2.3.2 Essai

Appliquer simultanément l'impulsion d'essai représentée à la Figure T.2 à toutes les entrées (connexions) pertinentes et vérifier le comportement de réinitialisation du DUT.

Diminuer la tension d'alimentation de 5 % par rapport à la tension minimale d'alimentation, U_{Smin} , à $0,95 U_{Smin}$. Maintenir cette tension pendant 5 s. Augmenter la tension à U_{Smin} . Maintenir U_{Smin} pendant 10 s au minimum et effectuer un essai fonctionnel. Ensuite, diminuer la tension à $0,9 U_{Smin}$. Continuer par incréments de 5 % de U_{Smin} , comme représenté à la Figure T.2, jusqu'à ce que la valeur inférieure atteigne 0 V. Ensuite, augmenter à nouveau la tension à U_{Smin} .



Légende

- t temps en s
 U tension d'essai mesurée comme pourcentage de U_{Smin}
 U_{Smin} tension minimale d'alimentation

Figure T.2 – Profil de tension d'alimentation pour l'essai de réinitialisation

T.2.3.3 Exigences

L'état fonctionnel doit être de classe C au minimum comme indiqué en T.2.1.

T.2.4 Surtension de la bobine

T.2.4.1 Généralités

Conformément au 4.3 de l'ISO 16750-2:2012, il convient d'effectuer les essais en T.2.4.3 sur les réseaux avec des tensions nominales de 12 V et de 24 V.

T.2.4.2 Objectif

Cet essai simule la condition dans laquelle le régulateur du générateur est défaillant, de sorte que la tension de sortie du générateur dépasse les valeurs normales.

T.2.4.3 Méthode d'essai

Effectuer l'essai à une température de $T_{max} - 20$ °C.

Chauffer le DUT dans une étuve à une température inférieure de 20 °C à la température maximale de fonctionnement, T_{max} . Appliquer une tension de $(150 \% U_n \pm 0,2)$ V pendant $60 \text{ min} \pm 6 \text{ min}$ à toutes les entrées pertinentes du DUT.

T.2.4.4 Exigences

L'état fonctionnel du DUT doit être de classe C au minimum comme indiqué en T.2.1. L'état fonctionnel doit être de classe A lorsque des exigences plus rigoureuses sont nécessaires, conformément à l'ISO 16750-1.

T.2.5 Baisse et augmentation lentes de la tension d'alimentation

T.2.5.1 Généralités

Conformément au 4.5 de l'ISO 16750-2:2012, il convient d'effectuer les essais en T.2.5.3 sur les réseaux avec des tensions nominales de 12 V et de 24 V.

T.2.5.2 Objectif

Cet essai simule une décharge et une recharge progressives de la batterie.

T.2.5.3 Essai

Appliquer simultanément l'essai suivant à toutes les entrées (connexions) pertinentes du DUT. Diminuer la tension d'alimentation de U_{Smin} à 0 V, puis l'augmenter de 0 V à U_{Smin} , en appliquant une vitesse de variation de $(0,5 \pm 0,1)$ V par minute.

T.2.5.4 Exigences

L'état fonctionnel à l'intérieur de la plage de tensions d'alimentation (Tableau T.2 ou Tableau T.3) doit être comme cela est spécifié en 4.2.3 de l'ISO 16750-2:2012. En dehors de cette plage, il doit être de classe D au minimum, comme défini dans l'ISO 16750-1. L'état fonctionnel de classe C peut être spécifié lorsque des exigences plus rigoureuses sont nécessaires.

Tableau T.2 – Tension d'alimentation pour les dispositifs réseau $U_N = 12$ V

Code	Tension d'alimentation (V)	
	U_{Smin}	U_{Smax}
A	6	16
B	8	16
C	9	16
D	10,5	16

Tableau T.3 – Tension d'alimentation pour des dispositifs réseau $U_N = 24$ V

Code	Tension d'alimentation (V)	
	U_{Smin}	U_{Smax}
E	10	32
F	16	32
G	22	32
H	18	32

T.2.6 Endurance électrique

T.2.6.1 Objectif

Cet essai vérifie l'endurance électrique du contact du relais lorsque le relais fonctionne de manière répétée alors qu'il transporte du courant de charge. Les conditions ci-dessous spécifient des essais pertinents pour les véhicules routiers. Parmi les essais énumérés, les essais spécifiques aux produits et aux applications doivent être choisis pour la qualification du relais.

Les procédures d'essai sont spécifiées pour:

- les relais assignés continus, par exemple, les relais destinés à la charge principale des véhicules, et
- les relais assignés de courte durée, par exemple, pour les applications de précharge.

Pour les besoins du présent article, les termes suivants sont utilisés:

- la surcharge est la condition de fonctionnement d'un circuit électriquement sain qui provoque une surintensité (voir 3.2.10);
- la capacité avec interruption par polarité inverse est le courant maximal qu'un bloc de contact polarisé peut couper avec une interruption par polarité inverse dans des conditions spécifiées;
- l'endurance électrique à courant assigné est le nombre de manœuvres de commutation à la tension assignée et au courant porteur assigné avec charge;
- l'endurance électrique à courant maximal de commutation est le nombre de manœuvres de coupure au courant maximal de commutation;
- l'endurance électrique à interruption par surcharge est le nombre de manœuvres de coupure au courant maximal d'interruption avec surcharge continue;
- l'endurance électrique à interruption par polarité inverse est le nombre de manœuvres de coupure au courant maximal d'interruption avec polarité inverse de la charge continue;
- l'endurance électrique à courant d'appel est le nombre de manœuvres de commutation au courant d'appel assigné.

T.2.6.2 Méthode d'essai

Les procédures d'essai, conditions d'essai et conditions de charge doivent être choisies conformément à l'Article 11.

Les contacts doivent être contrôlés afin de détecter les dysfonctionnements de coupure et/ou de fermeture, ainsi qu'un pontage non prévu.

Le montage d'essai décrit dans l'IEC 61810-1 doit être utilisé.

Les contacts sont connectés à la ou aux charges, conformément à l'Article 11 de l'IEC 61810-1:2015, comme cela est spécifié par le fabricant. Sauf spécification contraire du fabricant, la charge doit être appliquée à la fois sur le côté fermeture et sur le côté coupure d'un contact à deux directions.

T.2.6.3 Exigences

Le 11.4 s'applique.

T.2.7 Bruit acoustique

Il convient d'effectuer l'essai conformément au 4.44 de l'IEC 61810-7:2006 et comme cela est spécifié par le fabricant dans le Tableau T.1

T.2.8 Vibrations

T.2.8.1 Généralités

Il convient d'effectuer l'essai conformément au 4.28 de l'IEC 61810-7:2006 ou d'appliquer une autre méthode d'essai appropriée spécifiée par le fabricant.

T.2.8.2 Essai I – Voiture particulière, masses suspendues (carrosserie)

T.2.8.2.1 Objectif

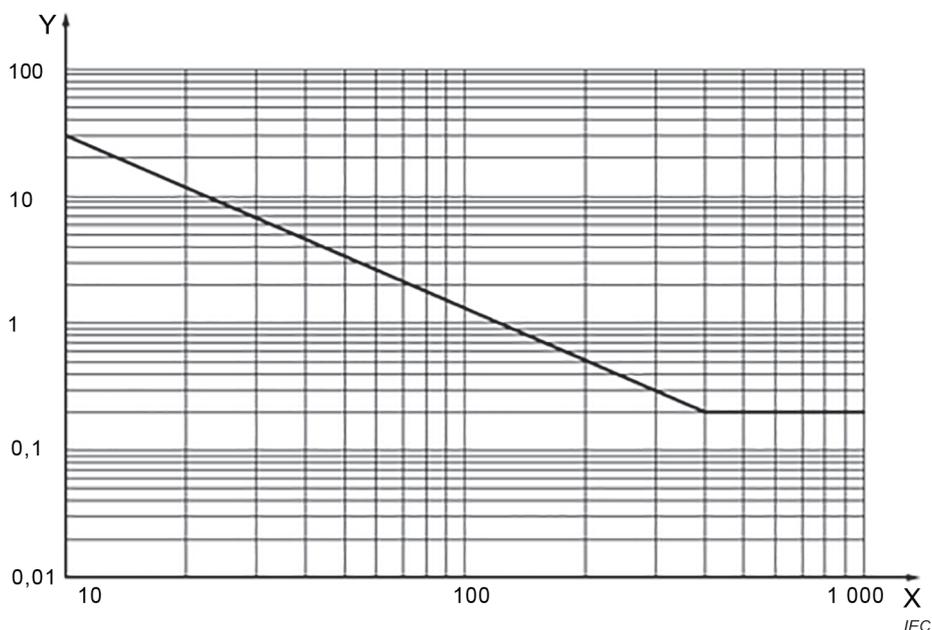
Cet essai vérifie que le DUT ne présente pas de dysfonctionnement ou de coupure provoqué(e) par les vibrations.

Les vibrations de la carrosserie sont des vibrations aléatoires induites par une conduite sur terrain difficile. La principale défaillance à identifier au cours de cet essai est la coupure due à la fatigue.

NOTE Sauf spécification contraire de la part du fabricant, les conditions d'essai suivantes concernent uniquement la carrosserie.

T.2.8.2.2 Essai

Effectuer l'essai conformément à l'IEC 60068-2-64:2008, 8.4. Utiliser une durée d'essai de 8 h pour chaque plan du DUT. La valeur efficace d'accélération doit être de 27,1 m/s². La DSP en fonction de la fréquence est représentée à la Figure T.3 et présentée dans le Tableau T.4.



Légende

Y DSP (densité spectrale de puissance) [(m/s²)²/Hz]

X Fréquence (Hz)

Figure T.3 – DSP d'accélération en fonction de la fréquence

Tableau T.4 – Valeurs de DSP et de fréquence

Fréquence (Hz)	DSP [(m/s ²) ² /Hz]
10	30
400	0,2
1 000	0,2

T.2.8.2.3 Exigences

Aucune coupure ne doit se produire.

Comme défini dans l'ISO 16750-1, la classe A d'état fonctionnel est exigée pendant le fonctionnement avec fonctionnement et commande électriques en mode de fonctionnement type, et la classe C d'état fonctionnel pendant les périodes au cours desquelles d'autres modes de fonctionnement sont actifs.

T.2.8.3 Essai II – Véhicule utilitaire, masses suspendues

T.2.8.3.1 Objectif

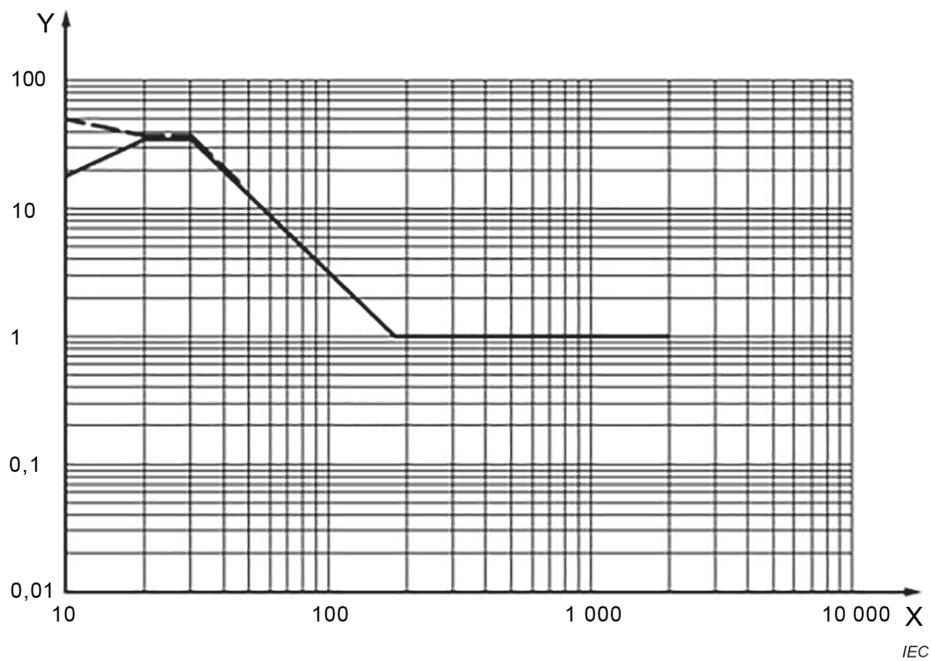
Cet essai vérifie que le DUT ne présente pas de dysfonctionnement ou de coupure provoqué(e) par les vibrations.

Les vibrations sur masses suspendues sont des vibrations aléatoires induites par une conduite sur terrain difficile. La principale défaillance à identifier au cours de cet essai est la coupure due à la fatigue.

NOTE Sauf spécification contraire de la part du fabricant, les conditions d'essai suivantes concernent uniquement la carrosserie.

T.2.8.3.2 Essai

Effectuer l'essai conformément à l'IEC 60068-2-64:2008, 8.4, en utilisant une durée d'essai de 32 h pour chaque plan du DUT. La valeur efficace d'accélération doit être de $57,9 \text{ m/s}^2$. La DSP en fonction de la fréquence est représentée à la Figure T.4 et présentée dans les Tableaux T.5 et T.6.

**Légende**Y DSP (densité spectrale de puissance) [(m/s²)²/Hz]

X Fréquence (Hz)

— Profil d'essai aléatoire normalisé

- - - Profil supplémentaire pour le cas où $f_n < 30$ Hz**Figure T.4 – DSP d'accélération en fonction de la fréquence****Tableau T.5 – Valeurs de la DSP et de fréquence**

Fréquence (Hz)	DSP [(m/s ²) ² /Hz]
10	18
20	36
30	36
180	1
2 000	1
NOTE Valeur efficace d'accélération = 57,9 m/s ²	

Tableau T.6 – Valeurs de DSP et de fréquence, essai supplémentaire en cas de fréquences propres (f_n) du DUT inférieures à 30 Hz

Fréquence (Hz)	DSP [(m/s ²) ² /Hz]
10	50
20	36
30	36
45	16
NOTE Valeur efficace d'accélération = 33,7 m/s ²	

T.2.8.3.3 Exigences

Aucune coupure ne doit se produire. Comme défini dans l'ISO 16750-1, la classe A d'état fonctionnel est exigée pendant le fonctionnement avec fonctionnement et commande électriques en mode de fonctionnement type, et la classe C d'état fonctionnel pendant les périodes au cours desquelles d'autres modes de fonctionnement sont actifs.

T.2.9 Chocs

T.2.9.1 Généralités

Il convient d'effectuer l'essai conformément au 4.26 de l'IEC 61810-7:2006 ou d'appliquer une autre méthode d'essai appropriée spécifiée par le fabricant.

T.2.9.2 Objectif

Cet essai vérifie que le DUT ne présente pas de dysfonctionnement ou de coupure provoqué(e) par des chocs au niveau de la carrosserie et de la carcasse.

La charge survient lors d'une conduite à grande vitesse sur une bordure de trottoir, etc. Les dommages mécaniques (par exemple, condensateur détaché à l'intérieur du boîtier d'un module de commande électronique en raison des fortes accélérations) constituent le mode de défaillance.

T.2.9.3 Essai

Effectuer l'essai conformément à l'IEC 60068-2-27 à l'aide des paramètres d'essai suivants:

- mode de fonctionnement du DUT: fonctionnement et commande électriques dans le mode de fonctionnement type;
- forme d'impulsion: demi-sinusoïdale;
- accélération: 500 m/s²;
- durée: 6 ms;
- nombre de chocs: 10 par direction d'essai.

L'accélération due aux chocs lors de l'essai doit être appliquée dans la même direction que l'accélération des chocs qui se produit dans le véhicule. Si la direction de l'effet n'est pas connue, le DUT doit être soumis à l'essai dans chaque direction de trois axes perpendiculaires entre eux.

T.2.9.4 Exigences

Aucune coupure ne doit se produire. L'état fonctionnel doit être de classe A, tel que défini dans l'ISO 16750-1.

Bibliographie

IEC 60038, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) – Partie 441: Appareillage et fusibles*

IEC 60060-1, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

IEC 60085, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

IEC 60364-4-44, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible sur <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60664 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension*

IEC 60695-2-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60947-2:2016, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

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

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

IEC 61810-7:2006, *Relais élémentaires électromécaniques – Partie 7: Méthodes d'essai et de mesure*

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

ISO 16750-3:2012, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 3: Mechanical loads* (disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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