

TECHNICAL SPECIFICATION

SPECIFICATION TECHNIQUE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 7-5: Ancillary equipment – Terminal blocks for aluminium conductors**

**Appareillage à basse tension –
Partie 7-5: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en
aluminium**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

IEC online collection - oc.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC online collection - oc.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

TECHNICAL SPECIFICATION

SPECIFICATION TECHNIQUE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 7-5: Ancillary equipment – Terminal blocks for aluminium conductors**

**Appareillage à basse tension –
Partie 7-5: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en
aluminium**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-1041-9

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Classification.....	9
5 Characteristics	10
5.1 Summary of characteristics.....	10
5.2 Type of terminal block.....	10
5.3 Rated and limiting values.....	10
5.3.1 Rated voltage	10
5.3.2 Short-time withstand current.....	10
5.3.3 Standard cross-sections	10
5.3.4 Nominal cross-section	11
5.3.5 Nominal connecting capacity	11
5.3.6 Nominal current	11
6 Product information	12
6.1 Marking.....	12
6.2 Additional information	12
7 Normal service, mounting and transport conditions.....	13
8 Constructional and performance requirements.....	13
8.1 Constructional requirements	13
8.1.1 Clamping units.....	13
8.1.2 Mounting	13
8.1.3 Clearances and creepage distances	13
8.1.4 Terminal identification and marking	14
8.1.5 Resistance to abnormal heat and fire.....	14
8.1.6 Nominal cross-section and nominal connection capacity.....	14
8.2 Performance requirements.....	15
8.2.1 General	15
8.2.2 Temperature-rise	16
8.2.3 Dielectric properties.....	16
8.2.4 Short-time withstand current.....	17
8.2.5 Voltage drop.....	17
8.2.6 Electrical performance after ageing (for screwless-type terminal blocks only).....	17
8.2.7 Current-cycle ageing test.....	17
8.3 Electromagnetic compatibility.....	17
9 Tests	17
9.1 Kinds of test.....	17
9.2 General.....	17
9.3 Verification of mechanical characteristics.....	18
9.3.1 General	18
9.3.2 Attachment of the terminal block on its support.....	18
9.3.3 Mechanical properties of clamping units	20
9.4 Verification of electrical characteristics	21

9.4.1	General	21
9.4.2	Verification of clearances and creepage distances.....	21
9.4.3	Dielectric tests	22
9.4.4	Verification of the voltage drop	22
9.4.5	Temperature-rise test	23
9.4.6	Short-time withstand current test	24
9.4.7	Ageing test (for screwless-type terminal blocks only).....	24
9.4.8	Current-cycle ageing test.....	24
9.5	Verification of thermal characteristics	28
9.6	Verification of EMC characteristics.....	30
9.6.1	Immunity.....	30
9.6.2	Emission.....	30
9.7	Items subject to agreement between manufacturer and user.....	30
Bibliography.....		31
Figure 1 – Arrangement for test according to 9.3.2		19
Figure 2 – Arrangement for test according to 9.4.5 and for the verification of voltage drop....		23
Figure 3 – Three-step test for AC/ DC.....		25
Figure 4 – Arrangement for current-cycle ageing test according to 9.4.8		26
Figure 5 – Schematic of conductor preparation (cross-section greater than 25 mm ²)		27
Figure 6 – Current-cycle ageing test procedure.....		28
Figure 7 – Arrangement for test according to 9.5		29
Figure 8 – Point of test flame contact.....		30
Table 1 – Standard cross-section of conductors.....		11
Table 2 – Range for the nominal current for metric wire sizes		15
Table 3 – Range for the nominal current for AWG or kcmil wire sizes		16
Table 4 – Attachment test parameters.....		19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 7-5: Ancillary equipment –
Terminal blocks for aluminium conductors**

FOREWORD

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

IEC TS 60947-7-5 has been prepared by subcommittee 121A: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage. It is a Technical Specification.

This publication shall be read in conjunction with the sixth edition of IEC 60947-1:2020 and the third edition of IEC 60947-7-1:2009. The provisions of the general rules dealt with in IEC 60947-1:2020 and the requirements for terminal blocks of IEC 60947-7-1:2009 are applicable to this publication, where specifically called for. Clauses and subclauses, tables, figures and annexes thus applicable are identified by reference to IEC 60947-1:2020 or IEC 60947-7-1:2009.

The text of this Technical Specification is based on the following documents:

Draft	Report on voting
121A/418/DTS	121A/428A/RVDTS

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

The language used for the development of this Technical Specification is English.

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

The connection of aluminium conductors, as defined in IEC 60228, and suitable terminations for such conductors has been deemed relevant such that a specific test program for aluminium-suited terminals and the development of a new publication under the scope of IEC SC121A are appropriate.

Additional tests were deemed necessary due to experience showing that reliable electrical connections for aluminium conductors require more consideration than those with copper mainly due to different oxidative behaviour and mechanical characteristics of the materials.

It is well known that when two different metals come into contact; galvanic corrosion is likely to occur. This is an electrochemical process where electrons will flow from the less noble metal to the more noble metal. This effect will be sped up by additional DC current flow and the presence of an electrolyte. In an electrical contact situation this process shall be considered, as it may result in contamination of the contact area with corrosion products and reduction of contact pressure and contact area when the termination is affected.

This document is based on the well-known test program for copper conductors as defined in IEC 60947-7-1. However, further tests have been modified and added to those for copper conductors. These additional tests were derived from those already defined in IEC 61545, IEC 60269-2, IEC 60947-7-1 and IEC 60947-1.

There is a new current-cycling ageing test which includes pre-conditioning of the specimens by storage in a cold environment followed by dry heat with AC for AC terminal blocks or damp heat with DC for AC and/or DC terminal blocks, inspired by tests of Annex Q of IEC 60947-1:2020.

The current-cycling ageing test comprises a total of 768 on-off cycles. For testing the reference value I_{al} is established from Table 2 becoming the base test current with an additional safety margin of 1,25. The manufacturer is required to provide the I_{al} value to the user in his documentation.

Therefore, in contrast to IEC 60947-7-1, it was necessary to introduce additional marking, which is similar that of IEC 61545.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 7-5: Ancillary equipment – Terminal blocks for aluminium conductors

1 Scope

This part of IEC 60947 specifies requirements for terminal blocks with screw-type or screwless-type clamping units primarily intended for industrial or similar use and to be fixed to a support to provide electrical and mechanical connection. This document can be used for terminal blocks for connection between aluminium conductors or aluminium to copper conductors. It applies to terminal blocks intended to connect round conductors, with or without special preparation, having a cross-section between 2,5 mm² and 300 mm² (AWG 12 to 600 kcmil), intended to be used in circuits of a rated voltage not exceeding 1 000 V AC (up to 1 000 Hz) or 1 500 V DC.

This document can be used as a guide to qualify terminal blocks for conductors out of aluminium not complying with IEC 60228 (e.g. smaller than 10 mm², flexible or other materials). This document can also be used as a guide to qualify other types of terminal blocks for conductors out of aluminium other than feed through terminal blocks (e.g. partially insulated terminal blocks).

NOTE 1 AWG is the abbreviation of “American Wire Gage” (Gage (US) = Gauge (UK)).

kcmil = 1 000 cmil;

1 cmil = 1 circular mil = surface of a circle having a diameter of 1 mil;

1 mil = 1/1 000 inch.

This document does not apply to clamping units:

- dedicated to any other types of switchgear and controlgear;
- for connection by crimping, brazing, soldering or welding;
- for data and signalling circuits;
- for flat quick-connect terminations, insulation-piercing connecting devices and twist-on connecting devices, for which separate parts are under consideration.

NOTE 2 In case of use of special types of conductors (e.g. clad conductors) which require a special preparation, this document can be used as a guide.

NOTE 3 In some countries, national regulation for installation rules can allow different cross-sections. For internal wiring (inside enclosures), other rules or product standards can be applicable.

NOTE 4 For connections to copper conductors only, IEC 60947-7-1:2009 is applicable.

NOTE 5 In USA, UL 1059 applies and in Canada, CSA C22.2 No. 158 applies.

Where applicable in this document, the term “clamping unit” is used instead of the term “terminal”. This is taken into account in case of reference to IEC 60947-1:2020.

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

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

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

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60364-5-52:2009, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60695-11-5:2016, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 60947-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-7-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

ISO 4046-4:2016, *Paper, board, pulps and related terms – Vocabulary – Part 4: Paper and board grades and converted products*

3 Terms and definitions

Clause 2 of IEC 60947-7-1:2009 applies with the following additions.

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

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

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

3.1

treated conductor

contact area of a conductor that has had its oxide layer on the outside strands scraped away and/or has had a compound added to improve connectability and/or prevent corrosion

Note 1 to entry: In the USA and Canada, treatment of the specimens and conductors to be tested is not acceptable.

[SOURCE: IEC 61545:1996, 3.13, modified – Insertion of Note 1 to entry.]

3.2

prefilled clamping unit

<terminal block> clamping unit of a terminal block that is prefilled by the manufacturer with an oxide-inhibiting compound

3.3

nominal cross-section for aluminium conductors

value of cross-section for a given type of conductor, solid, rigid stranded or flexible, stated by the manufacturer, and to which certain thermal, mechanical and electrical requirements are referred

Note 1 to entry: Terminal blocks may have several nominal cross-sections depending on the type of conductor.

3.4

nominal connection capacity for aluminium conductors

range of cross-sections, types of conductors and, if applicable, the number of connectable conductors, for which the terminal block is designed

3.5

corresponding copper conductors

cross-section value of the connectable types of conductors, rigid (solid and stranded) and flexible, stated by the manufacturer, and to which certain thermal, mechanical and electrical requirements are referred

3.6

nominal connection capacity for copper conductors

range of cross-sections and, if applicable, the number of connectable conductors, for which the terminal block is designed

3.7

nominal current

I_{al}

<terminal blocks for aluminium conductors> current, as declared by the manufacturer, based on the nominal cross-section of the aluminium conductors

4 Classification

Distinction is made between various type of terminal blocks as follows:

- method of fixing the terminal block to the support;
- number of poles;
- type of clamping units: screw-type clamping units or screwless-type clamping units;
- ability to receive different types of conductors, e.g. solid, rigid stranded or flexible conductors;
- ability to receive different types of conductors based on their treatment; treated, untreated, either treated or untreated;
- ability to receive either aluminium conductors or both aluminium and copper conductors;
- ability to receive prepared conductors (see 3.5.28 of IEC 60947-1:2020);
- terminal assemblies with identical or dissimilar clamping units;
- number of clamping units on each terminal assembly;
- service conditions;
- treatment of clamping units: filled (either prefilled or filled on site), unfilled;
- suitability for AC current and/or DC current.

5 Characteristics

5.1 Summary of characteristics

The characteristics of a terminal block are as follows:

- type of terminal block (see 5.2);
- rated and limiting values (see 5.3).

5.2 Type of terminal block

The following shall be stated:

- type of clamping units (e.g. screw-type, screwless-type);
- number of clamping units;
- treatment of conductors;
- treatment of clamping unit.

5.3 Rated and limiting values

5.3.1 Rated voltage

Subclause 5.3.1.2 and 5.3.1.3 of IEC 60947-1:2020 apply.

5.3.2 Short-time withstand current

A specified RMS value of current which a terminal block shall be able to withstand during a specified short-time under prescribed conditions of use and behaviour (see 8.2.4 and 9.4.6).

5.3.3 Standard cross-sections

The standard values of cross-sections of round aluminium conductors to be used are contained in Table 1.

Table 1 – Standard cross-section of conductors

Metric size ISO	Comparison between AWG/kcmil and metric size	
	Size	Equivalent metric area
mm ²	AWG/kcmil	mm ²
0,2 ^a	24 ^a	0,205
0,34 ^a	22 ^a	0,324
0,5 ^a	20 ^a	0,519
0,75 ^a	18 ^a	0,82
1 ^a	-	-
1,5 ^a	16 ^a	1,3
2,5	14 ^a	2,1
4	12	3,3
6	10	5,3
10	8	8,4
16	6	13,3
25	4	21,2
35	2	33,6
50	0	53,5
70	00	67,4
95	000	85
-	0000	107,2
120	250 kcmil	127
150	300 kcmil	152
185	350 kcmil	177
240	500 kcmil	253
300	600 kcmil	304

^a For copper conductors only.

5.3.4 Nominal cross-section

The nominal cross-section shall be selected from the standard cross-sections given in Table 1.

5.3.5 Nominal connecting capacity

The manufacturer shall state for each clamping unit the material, the types and the maximum and minimum cross-sections of conductors that can be connected and, if applicable, the number of conductors simultaneously connectable to each clamping unit, without intermixing of different conductor materials in one clamping unit. The manufacturer shall also state any necessary preparation of the end of the conductor.

5.3.6 Nominal current

The manufacturer shall state the nominal current for terminal blocks. This nominal current shall be based on the size of the aluminium conductors according to Table 2 and Table 3 and applies to the minimum corresponding copper conductor also, if any. To determine the corresponding copper conductor, refer to IEC 60364-5-52:2009, Table B.52.4, installation method C.

Terminal blocks for use with combination of aluminium and copper conductors have a nominal current based on the current for aluminium conductors.

6 Product information

6.1 Marking

A terminal block shall be marked in a durable and legible manner with the following:

- a) the name of the manufacturer or a trade mark by which the manufacturer can be readily identified;
- b) a type reference permitting its identification in order to obtain relevant information from the manufacturer or his catalogue.

6.2 Additional information

The following information shall be stated by the manufacturer, if applicable, e.g. in the manufacturer's data sheet or his catalogue or on the packing unit, cross-medial reference is allowed:

- a) IEC TS 60947-7-5 if the manufacturer claims compliance with this document;
- b) the nominal cross-section for aluminium conductors and corresponding copper conductors, if applicable;
- c) the nominal connecting capacities, including the number of conductors simultaneous connectable;
- d) the rated insulation voltage (U_i);
- e) the rated impulse withstand voltage (U_{imp}), when determined;
- f) service conditions, if different from those of Clause 7;
- g) the following information, depending of the classification, shall be used:
 - for clamping units declared for solid conductors “solid” or the abbreviations “s” or “sol”;
 - for clamping units declared for rigid stranded conductors “rigid stranded” or the abbreviation “r”;
 - for clamping units declared for flexible conductors “flexible” or the abbreviation “f”;
 - for clamping units declared for treated conductors “treated” or the abbreviation “t”;
 - for clamping units declared for aluminium conductors “aluminium” or the abbreviation “Al”;
 - for clamping units declared for copper conductors “copper” or the abbreviation “Cu”;
 - for clamping units declared for aluminium and copper conductors “aluminium and copper” or the abbreviation “Al-Cu”.

In the case of combinations, the manufacturer shall use an appropriate combination of symbols.

In case of different classifications for different clamping units within a terminal block, the marking shall be unambiguous either on the terminal block or in the manufacturer's documentation, for example with numbers.

EXAMPLE 1 Marking Al s-t Cu indicates a terminal block with clamping units suitable to connect both solid treated aluminium conductors and all types of copper conductors as well.

- h) declared nominal current for terminal blocks with aluminium conductors dependent on nominal cross-section of conductor;

EXAMPLE 2 For one terminal block with three declared cross-sections and conductor types:

- at 16 mm²: $I_{al} = 45$ A s-t/r-t;
- at 10 mm²: $I_{al} = 35$ A s-t/f-t;
- at 6 mm²: $I_{al} = 32$ A s-t.

- i) the maintenance according to manufacturer's instruction;

- j) information about the inhibiting compound, if needed;
- k) suitability to connect solid, rigid stranded and/ or flexible aluminium conductors, circular or e.g. sectoral;
- l) the description of treatment of conductor and/or clamping unit by the user, including the application of inhibiting compound(s), if necessary;
- m) suitability for AC current and/or DC current.
 - Terminal blocks having passed Step 2 and Step 3 of 9.4.8 with DC current shall be marked DC and/or AC.
 - Terminal blocks having passed Step 2 and Step 3 of 9.4.8 with AC current shall be marked AC only.

7 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 7 of IEC 60947-1:2020 applies.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

8.1.1 Clamping units

Subclause 8.1.8.1 of IEC 60947-1:2020 applies with following additions.

The clamping units shall allow the conductors to be connected by means ensuring that a reliable mechanical linkage and electrical contact is properly maintained.

NOTE Screw-type clamping units are not suitable for the connection of flexible connectors with tin-soldered ends.

The clamping units shall be able to withstand the force that can be applied through the connected conductors.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.3.3.1, 9.3.3.2 and 9.3.3.3.

No contact pressure shall be transmitted through insulating materials other than ceramic, or other material with characteristics not less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage of the insulating material.

The corresponding test is under consideration.

8.1.2 Mounting

Terminal blocks shall be provided with means that allow them to be securely attached to a rail or a mounting surface.

Tests shall be made in accordance with 9.3.2.

NOTE Information on mounting on rails can be found in IEC 60715.

8.1.3 Clearances and creepage distances

For terminal blocks for which the manufacturer has stated values of rated impulse withstand voltage (U_{imp}) and rated insulation voltage (U_i), minimum values of clearances and creepage distances are given in Table 13 of IEC 60947-1:2020 and Table 15 of IEC 60947-1:2020.

For terminal blocks for which the manufacturer has not declared a value of rated impulse withstand voltage (U_{imp}), guidance for minimum values is given in Annex H of IEC 60947-1:2020.

Electrical requirements are given in 8.2.3.

8.1.4 Terminal identification and marking

Subclause 8.1.8.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

A terminal block shall have provision, or at least space, for identification marks or numbers for each clamping unit or terminal assembly related to the circuit of which it forms a part.

For the identification of the terminal blocks the colour combination green-yellow is not allowed.

NOTE Such provision can consist of separate marking items, such as marking tags, identification labels, etc.

8.1.5 Resistance to abnormal heat and fire

The insulation material of the terminal block shall not be adversely affected by abnormal heat and fire.

NOTE For small parts, as specified in IEC 60695-2-11, the relevant product standard can specify another test (for example needle flame test, according to IEC 60695-11-5). The same procedure can be applicable for other practical reasons when the metal part is large compared to the insulating material (such as terminal blocks). The needle flame test is used as an alternative test for addressing flame retardancy requirements for shipboard applications.

Compliance is checked by the needle flame test according to IEC 60695-11-5:2016 as specified in 9.5 of this document.

8.1.6 Nominal cross-section and nominal connection capacity

Terminal blocks shall be so designed that:

- conductors of the nominal cross-section for aluminium conductors and the nominal connection capacity for aluminium conductors can be accepted;
- the nominal connection capacity for copper conductors can be accepted, if applicable.

Compliance is checked by the test described in 9.3.3.4.

The verification of the corresponding copper conductors may be performed by the special test according to 9.3.3.5.

8.2 Performance requirements

8.2.1 General

The nominal current is declared by the manufacturer, but shall be taken within the range given in Table 2, 2nd column or Table 3, 2nd column.

Table 2 – Range for the nominal current for metric wire sizes

Nominal cross-section for aluminium conductors	Range for the nominal current ^a	On-off time for current-cycling ageing
mm ²	A	min
1,5	$I_{al} \leq 14$	60-60 ^b
2,5	$14 < I_{al} \leq 18,5$	
4	$18,5 < I_{al} \leq 25$	
6	$25 < I_{al} \leq 32$	
10	$32 < I_{al} \leq 44$	
16	$44 < I_{al} \leq 59$	
25	$59 < I_{al} \leq 73$	
35	$73 < I_{al} \leq 90$	
50	$90 < I_{al} \leq 110$	90-90 ^b
70	$110 < I_{al} \leq 140$	
95	$140 < I_{al} \leq 170$	
120	$170 < I_{al} \leq 197$	
150	$197 < I_{al} \leq 227$	
185	$227 < I_{al} \leq 259$	
240	$259 < I_{al} \leq 305$	
300	$305 < I_{al} \leq 351$	
NOTE The principle for a range depending on cross-sectional area is taken from Table 10 of IEC 60898-1:2015 and Table 9 of IEC 60947-1:2020.		
^a The maximal value of the range is given in IEC 60364-5-52:2009, Table B.52.4 for installation method C; except for the value for 1,5 mm ² , which is numerically derived from the other values. The value for 1,5 mm ² is out of the scope and given for information only.		
^b Off-times can be reduced after the 97 th cycle under special conditions as described in 9.4.8.		

Table 3 – Range for the nominal current for AWG or kcmil wire sizes

Nominal cross-section for aluminium conductors	Range for the nominal current ^a	On-off time for current-cycling ageing
AWG/kcmil	A	min
14 ^c	$I_{al} \leq 15,5$	60-60 ^b
12	$15,5 < I_{al} \leq 21$	
10	$21 < I_{al} \leq 28$	
8	$28 < I_{al} \leq 37$	
6	$37 < I_{al} \leq 49$	
4	$49 < I_{al} \leq 62$	
2	$62 < I_{al} \leq 87$	
1	$87 < I_{al} \leq 93$	
0	$93 < I_{al} \leq 118$	
00	$118 < I_{al} \leq 135$	90-90 ^b
000	$135 < I_{al} \leq 152$	
0000	$152 < I_{al} \leq 176$	
250 kcmil	$176 < I_{al} \leq 209$	
300 kcmil	$209 < I_{al} \leq 230$	
350 kcmil	$230 < I_{al} \leq 248$	
500 kcmil	$248 < I_{al} \leq 322$	
600 kcmil	$322 < I_{al} \leq 356$	
^a Values are calculated from cross-section metric to AWG.		
^b Off-times can be reduced after the 97 th cycle under special conditions as described in 9.4.8.		
^c Value for AWG 14 is out of the scope and given for information only.		

8.2.2 Temperature-rise

Terminal blocks shall be tested in accordance with 9.4.5 with the test nominal current. The temperature-rise of the terminal block shall not exceed 45 K.

8.2.3 Dielectric properties

If the manufacturer has declared a value of the rated impulse withstand voltage (U_{imp}) (see 5.3.1.3 of IEC 60947-1:2020), the requirements of 8.2.3 and 8.2.3.1 of IEC 60947-1:2020 apply. If applicable, the impulse withstand voltage test shall be carried out in accordance with 9.4.3 a)).

For the verification of solid insulation, the requirements of 8.2.3, 8.2.3.2, and 8.2.3.5 of IEC 60947-1:2020 apply. The power-frequency withstand voltage test shall be carried out in accordance with 9.4.3 b)).

The verification of sufficient clearances and creepage distances shall be made in accordance with 9.4.2.

For terminal blocks for which the manufacturer has not declared a value of rated impulse withstand voltage (U_{imp}), guidance for minimum values is given in Annex H of IEC 60947-1:2020.

8.2.4 Short-time withstand current

A terminal block shall be capable of withstanding for 1 s the short-time withstand current which corresponds to 77 A/mm^2 of its nominal cross-section of the aluminium conductor, in accordance with 9.4.6.

NOTE The value of 77 A/mm^2 is derived from the relationship between the susceptance (conductance) of copper and aluminium used for electrical conductors as given in IEC 60228.

8.2.5 Voltage drop

The voltage drop on a terminal block caused by the conductor connection, measured according to 9.4.4, shall not exceed the values specified in 9.4.4.

8.2.6 Electrical performance after ageing (for screwless-type terminal blocks only)

Covered by 9.4.7.

8.2.7 Current-cycle ageing test

A terminal block shall be capable of withstanding environmental conditions and ageing, in accordance with 9.4.8 with the test current equal to 1,25 multiplied with nominal current.

8.3 Electromagnetic compatibility

Subclause 8.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

9 Tests

9.1 Kinds of test

Subclause 9.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

No routine tests are specified. The verification of the nominal cross-section according to 9.3.3.5 is a special test. All other tests are type tests.

The manufacturer shall specify the most unfavourable combination of nominal current, cross-section and type of conductor for the temperature-rise and current-cycle ageing test. Both tests shall be performed with this combination.

9.2 General

Unless otherwise specified, terminal blocks tested are new and in clean condition, and installed as for normal use (see 7.3 of IEC 60947-1:2020) at an ambient temperature of $20 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

NOTE 1 "Normal use" means that five terminal blocks are mounted on their support, the remaining open side closed by an end plate and fixed by end brackets, if applicable.

A prefilled clamping unit (of a terminal block) shall be tested together with its compound.

The tests shall be carried out in the same order in which the subclauses describe them.

Each test is made on separate specimens.

The tests of 9.3.3.2 and 9.3.3.3 are made on the same specimens.

The surface of the conductors shall be free of contamination which degrades performance.

NOTE 2 Contamination includes dust, grease, acids, leaches or other foreign materials.

For tests with untreated conductors and clamping units, there shall be no mechanical removal or chemical treatment of the oxide surface of the conductor entering the clamping unit, as classified per Clause 4. The conductors, before being connected, shall be stored indoor at least for two days after removing the insulation. These uncleaned conductors shall not be further treated before being connected.

In cases where the manufacturer has stated special treatment of the conductor or of the clamping units this shall be done according to manufacturer's instruction. The connection of the conductor in the clamping unit shall be done within a time not greater than 5 min after the treatment.

NOTE 3 For USA and Canada, tests are deemed to be done without any treatment.

Care shall be taken when stripping conductors to avoid cutting, nicking, scraping or otherwise damaging the conductors.

In cases where the manufacturer has stated that special preparation or treatment applied to the end of the conductor is necessary, the test report shall indicate the method of preparation or treatment used.

The tests are carried out with the type(s) (rigid and/or flexible) or class(es) and shape(s) of conductor as stated by the manufacturer.

If one of the terminal blocks does not withstand one of the tests, this test shall be repeated on a second set of terminal blocks, all of which shall then comply with the repeated test. If this test is part of a test sequence, the complete test sequence shall be repeated.

When additional tests are required by user (for example due to other environmental conditions), see 9.7.

9.3 Verification of mechanical characteristics

9.3.1 General

The verification of mechanical characteristics includes the following tests:

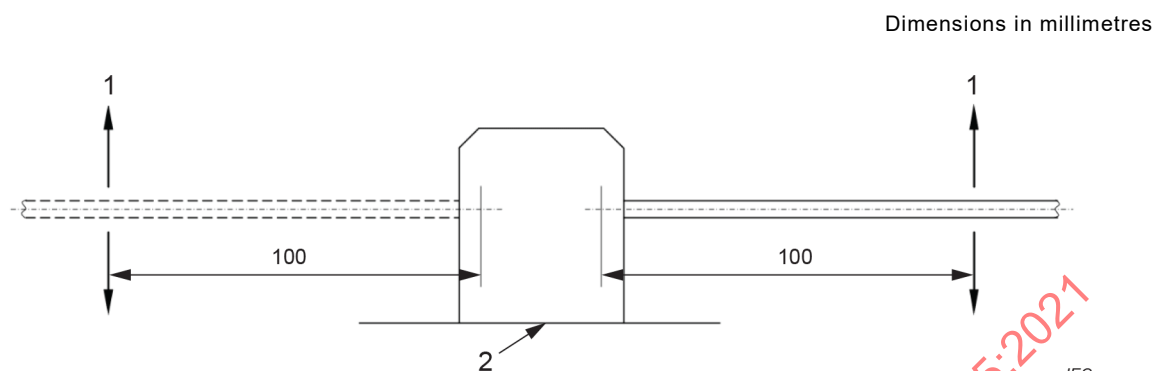
- attachment of the terminal block on its support (see 9.3.2);
- mechanical strength of clamping units (see 9.3.3.1);
- attachment of the conductors to the clamping units (see 9.3.3.2 and 9.3.3.3);
- nominal cross-section and nominal connection capacity (see 9.3.3.4 and 9.3.3.5).

9.3.2 Attachment of the terminal block on its support

The test shall be made on two clamping units at the centre terminal block out of five terminal blocks mounted as in normal use on the appropriate support according to the manufacturer's instructions.

A steel pin of 150 mm length and of a diameter as specified in Table 4 is clamped successively in each clamping unit. The tightening torque shall be in accordance with Table 4 of IEC 60947-1:2020 or, alternatively, in accordance with the higher torque value stated by the manufacturer. A force corresponding to the values of Table 4 is applied to the pin regularly and without shocks at a distance of 100 mm from the centre of the clamping unit, according to Figure 1.

During the test, no terminal block shall work free from its rail or support, nor suffer any other damage.



Key

- 1 force
- 2 rail or support

Figure 1 – Arrangement for test according to 9.3.2

Table 4 – Attachment test parameters

Nominal cross-section of the terminal block		Force	Diameter of pin
mm ²	AWG/kcmil	N	mm
0,2	24	1	1
0,34	22		
0,5	20		
0,75	18		
1,0	16		
1,5	14		
2,5	12		
4	10	5	2,8
6	8		
10	6		
16	4	10	5,7
25	2		
35	0		
50	00		
70	000	15	12,8
95	0000		
-	250 kcmil		
120	300 kcmil		
150	350 kcmil	20	20,5
185	500 kcmil		
240	600 kcmil		
300			

9.3.3 Mechanical properties of clamping units

9.3.3.1 Test of mechanical strength of clamping units

Subclauses 9.2.5.1 and 9.2.5.2 of IEC 60947-1:2020 apply with the following additions.

The test shall be made on two clamping units at the centre terminal block out of five terminal blocks mounted as in normal use on the appropriate support according to the manufacturer's instructions.

After verification of the voltage drop according to 9.4.4 with a connected rigid conductor of the nominal cross-section stated by the manufacturer and subsequently, if applicable, with a connected flexible conductor of the minimum cross-section stated by the manufacturer, rigid conductors of the nominal cross-section shall be connected and disconnected five times each.

At the end of the test, the terminal blocks shall pass the voltage drop test according to 9.4.4 with a connected rigid conductor of the nominal cross-section and subsequently, if applicable, with a connected flexible conductor of the minimum cross-section.

9.3.3.2 Testing for damage to and accidental loosening of conductors of a terminal block (flexion test)

Subclause 9.2.5.1 and 9.2.5.3 of IEC 60947-1:2020 apply with the following modifications.

Each test shall be carried out on two clamping units of one terminal block.

The tightening torque shall be in accordance with Table 4 of IEC 60947-1:2020 or alternatively in accordance with the higher torque value stated by the manufacturer.

The tests shall be made with the type (rigid and/or flexible) and the number of conductors stated by the manufacturer as follows:

- with the different types of conductor of the specified smallest cross-section (only one conductor connected);
- with the different types of conductor of the specified nominal cross-section (only one conductor connected);

and, if applicable,

- with the type(s) of conductor of the largest connectable cross-section, if larger than the nominal cross-section (only one conductor connected);
- with the different types and maximum number of conductors of the smallest cross-section simultaneously connectable;
- with the different types and maximum number of conductors of the largest cross-section simultaneously connectable;
- with the different types and maximum number of conductors of the smallest and largest cross-section simultaneously connectable.

9.3.3.3 Pull-out test

Subclause 9.2.5.4 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.3.4 Verification of nominal cross-section and nominal connection capacity

The test shall be carried out on each clamping unit of one terminal block.

For conductors of the nominal cross-section and for terminal blocks with a nominal connecting capacity up to 35 mm², one conductor of the two next smaller cross-section shall be inserted unhindered in the opened clamping unit and be connected.

Theoretical diameter of the largest conductor is given in Table 8 of IEC 60947-1:2020.

9.3.3.5 Verification of nominal cross-section and nominal connecting capacity

Subclause 9.2.5.5 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

The test shall be carried out on each clamping unit of one terminal block.

9.4 Verification of electrical characteristics

9.4.1 General

The verification of electrical characteristics includes the following:

- verification of clearances and creepage distances (see 9.4.2);
- dielectric test (see 9.4.3);
- verification of the voltage drop (see 9.4.4);
- temperature-rise test (see 9.4.5);
- short-time withstand current test (see 9.4.6);
- current-cycle ageing test (see 9.4.8).

9.4.2 Verification of clearances and creepage distances

9.4.2.1 General

The verification is made between two adjacent terminal blocks and between a terminal block and the metal support to which the terminal blocks are attached.

The measurement of clearances and creepage distances shall be made under the following conditions:

- a) the terminal blocks shall be wired with the most unfavourable conductor type(s) and conductor cross-section(s) among those declared by the manufacturer;
- b) the conductor ends shall be stripped to a length specified by the manufacturer;
- c) in case the manufacturer has stated the possibility of using different metal supports, the most unfavourable support shall be used.

The method of measuring clearances and creepage distances is given in Annex G of IEC 60947-1:2020.

9.4.2.2 Clearances

The measured values of clearances shall be higher than the values given in Table 13 of IEC 60947-1:2020 for case B – homogeneous field (see 8.2.3.4 of IEC 60947-1:2020) depending on the value of the rated impulse withstand voltage (U_{imp}) and the pollution degree stated by the manufacturer.

The impulse withstand voltage test shall be carried out in accordance with 9.4.3 a) unless the measured clearances are equal to or larger than the values given in Table 13 of IEC 60947-1:2020 for case A – inhomogeneous field (see 9.3.3.4.1, item 2), of IEC 60947-1:2020.

9.4.2.3 Creepage distances

The measured creepage distances shall be not less than values given in Table 15 of IEC 60947-1:2020 in connection with 8.2.3.5 a) and b) of IEC 60947-1:2020 depending on the rated insulation voltage (U_i), the material group and the pollution degree as specified by the manufacturer.

9.4.3 Dielectric tests

The dielectric tests shall be performed as follows:

- a) If the manufacturer has declared a value for the rated impulse withstand voltage U_{imp} , the impulse withstand voltage test shall be made in accordance with 9.3.3.4.1, item 2), of IEC 60947-1:2020, except item 2) c) which does not apply.
- b) The power-frequency withstand verification of solid insulation shall be made in accordance with 9.3.3.4.1, item 3), of IEC 60947-1:2020. The value of the test voltage shall be as stated in Table 19 of IEC 60947-1:2020 (see 9.3.3.4.1, item 3) b) i), of IEC 60947-1:2020).

Each test shall be carried out on five adjacent terminal blocks wired and installed on a metal support under conditions a), b) and c) indicated in 9.4.2.1.

The test voltage shall be applied first between the adjacent terminal blocks and then between all terminal blocks connected together and the support to which the terminal blocks are attached.

9.4.4 Verification of the voltage drop

The voltage drop shall be verified:

- a) before and after the test of mechanical strength of clamping units (see 9.3.3.1);
- b) before and after the temperature-rise test (see 9.4.5);
- c) before and after the short-time withstand current test (see 9.4.6).

The verification is made as specified in 9.3.3.1, 9.4.5 and 9.4.6.

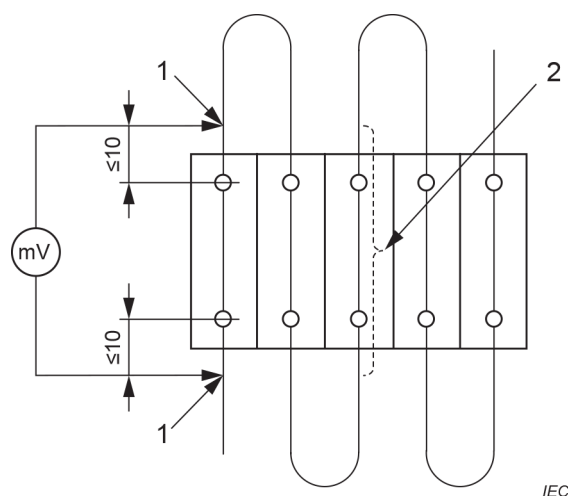
The voltage drop is measured on each terminal block as indicated in Figure 2. The measurement is made with a direct current of 0,1 times with AC single-phase and/or DC nominal current values (see Table 2 respectively Table 3) according to the nominal cross-section for aluminium conductors. Before the tests according to a), b) and c) above, the voltage drop shall not exceed:

- 3,2 mV, or
- 1,6 mV on each individual clamping unit when measured separately, only if the overall measured value (in an arrangement similar to Figure 2) exceeds 3,2 mV.

If the measured value exceeds 3,2 mV, the voltage drop is determined on each individual clamping unit separately, which shall not exceed 1,6 mV.

After the tests according to a), b) and c) above, the voltage drop shall not exceed 150 % of the values measured before the test.

Dimensions in millimetres

**Key**

- 1 measuring point of voltage drop
- 2 measuring of temperature

**Figure 2 – Arrangement for test according to 9.4.5
and for the verification of voltage drop**

9.4.5 Temperature-rise test

The test is made simultaneously on five adjacent terminal blocks connected in series by PVC-insulated conductors of the nominal cross-section, as shown in Figure 2. The tightening torque shall be in accordance with Table 4 of IEC 60947-1:2020 or alternatively in accordance with the higher torque value stated by the manufacturer. The minimum length of each of the six conductors shall be 1 m for nominal cross-sections up to and including 10 mm² (AWG 8), and 2 m for larger nominal cross-sections.

The test circuit shall be located horizontally on a wooden surface as shown in Figure 2 (e.g. table top or floor), the terminal blocks being securely fixed to this surface and the conductors lying freely on it.

During the test, screws of clamping units shall not be retightened.

After verification of the voltage drop according to 9.4.4, the test is made with AC single-phase and/or DC nominal current values (see Table 2 respectively Table 3) and is continued until steady temperature is reached. A variation of less than 1 K between any two out of three consecutive measurements made at an interval of 5 min is considered as steady temperature. This applies also for multi-tier terminal blocks.

If not otherwise specified by the manufacturer:

- for the nominal cross-section below 10 mm² (AWG 8), the conductors for the temperature-rise test shall be solid;
- for nominal cross-section equal to or higher than 10 mm² (AWG 8), the conductors for the temperature-rise test shall be rigid stranded.

The temperature-rise of any part of the centrally located terminal block shall not exceed the limit given in 8.2.2 (see Figure 2).

At the end of the test, after cooling down to ambient air temperature and without any change in the arrangement, the terminal blocks shall pass the voltage drop test according to 9.4.4.

9.4.6 Short-time withstand current test

The purpose of this test is to verify the ability to withstand a thermal shock.

The test is performed on one terminal block installed according to the manufacturer's instructions. The tightening torque shall be in accordance with Table 4 of IEC 60947-1:2020 or alternatively in accordance with the higher torque value stated by the manufacturer.

If not otherwise specified by the manufacturer:

- for the nominal cross-section below 10 mm² (AWG 8), the conductors for the short-time withstand current test shall be solid;
- for nominal cross-section equal to or higher than 10 mm² (AWG 8), the conductors for the short-time withstand current test shall be rigid stranded.

After verification of the voltage drop according to 9.4.4, the value and the duration of the test current shall be in accordance with 8.2.4.

At the end of the test, continuity shall exist on the test sample assembly and the terminal blocks shall not show any cracking, breakage or other critical damage. After cooling down to ambient temperature and without any change in the arrangement, the terminal block shall pass the voltage drop test according to 9.4.4.

9.4.7 Ageing test (for screwless-type terminal blocks only)

This test is covered by the current-cycle ageing test according to 9.4.8.

9.4.8 Current-cycle ageing test

The test is made simultaneously on five adjacent terminal blocks connected in series by conductor of nominal cross-section, as shown in Figure 4.

If the nominal cross-section is below 10 mm² (AWG 8), the conductors shall be solid. For nominal cross-sections equal to or higher than 10 mm² (AWG 8), the conductors shall be rigid stranded.

For terminal blocks intended for use under "normal service conditions" (maximum 40 °C according to 7.1.1 of IEC 60947-1: 2020), PVC-insulated conductors shall be used.

For terminal blocks for which the manufacturer has specified "maximum service conditions above 40 °C" (see 7.1.1, of IEC 60947-1:2020) heat-resistance, insulated or non-insulated conductors shall be used.

The purpose of three-step test described in Figure 3 is to verify that the clamping units of the terminal block are able to withstand environmental conditions and ageing.

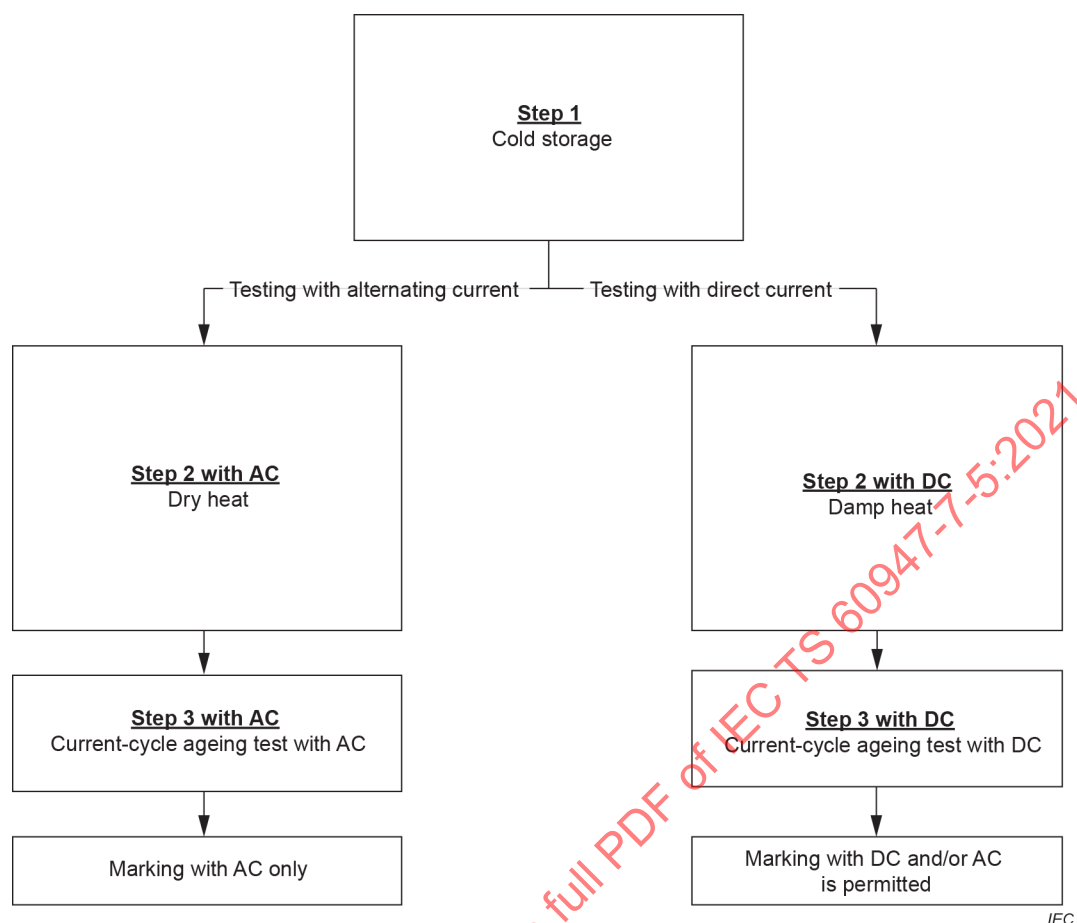


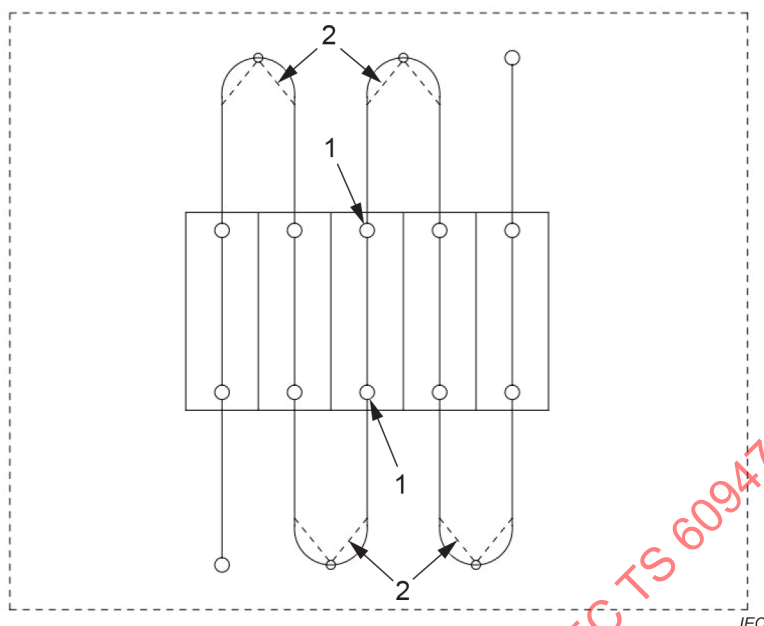
Figure 3 – Three-step test for AC/ DC

The first two steps are a preconditioning for the third step, as follows:

- Step 1 of the test procedure is the low temperature test at -5 °C according to Table Q.1 of IEC 60947-1:2020 (Test sequences, Category A) using the test procedure of IEC 60068-2-1:2007, Test A, suffix b without current flowing through the specimen or at a lower temperature value as declared by the manufacturer. The test shall be performed without current flowing through the specimen. The test chamber shall be lowered from the initial ambient temperature to the low temperature, this temperature shall be maintained within ± 3 °C. The test duration shall be 16 h;
- Step 2 with DC of the test sequence is a damp heat test according to IEC 60068-2-78:2012 at 40 °C or with a higher temperature value as declared by the manufacturer at 93 % relative humidity with DC nominal current multiplied by 1/10 (see Table 2 respectively Table 3). The test duration shall be 168 h. When Step 2 with DC is performed, Step 2 with AC is considered covered and is not required;
- Step 2 with AC of the test sequence is a dry heat test according to Table Q.1 of IEC 60947-1:2020 (Test sequences, Category A) at 55 °C using the test procedure of IEC 60068-2-2:2007, Test B, suffix d without current flowing through the specimen or with a higher temperature value as declared by the manufacturer. The test shall be performed without current flowing through the specimen. The test duration shall be 168 h;
- Step 3 of the test sequence is a current-cycle ageing test. The DC and/or AC test current applied is calculated by multiplying the nominal current (see Table 2 respectively Table 3) by 1,25.

For all three steps of this test sequence, a test arrangement on a wooden support (or similar) as shown in Figure 4 shall be used. The tests shall be carried out with the conductor class(es) or type(s) and/or shape(s) as specified by the manufacturer. The test conductors shall be fixed on the support by means of spacers, if necessary.

In-between the three tests, re-tightening is not allowed.



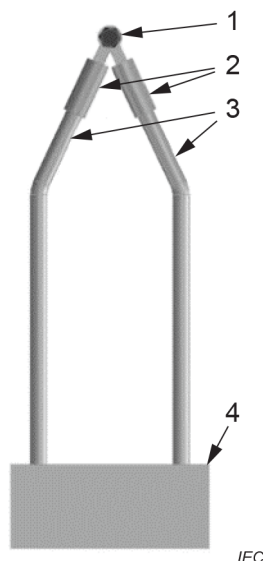
Key

- 1 measuring of temperature
- 2 conductor loop if cross-section > 25 mm² (see Figure 5)

Figure 4 – Arrangement for current-cycle ageing test according to 9.4.8

For cross-sections up to and including 25 mm², conductor loops shall be used. For cross-sections above 25 mm², the individual wires may be connected with cable lugs as shown in Figure 5. The total length of the conductor/s (not taking into account the intermediate connection, if used) shall be minimum 600 mm according to Figure 4 and Figure 5.

NOTE The use of conductor lugs and the minimum conductor length were chosen to facilitate an adjustment of the test arrangement to the available climate cabinet size.

**Key**

- 1 screwed connection
- 2 conductor lugs
- 3 conductor loop
- 4 terminal block insulation body

**Figure 5 – Schematic of conductor preparation
(cross-section greater than 25 mm²)**

For step 3 of the test sequence, the test arrangement described in the text above shall be subjected to a current-cycling ageing test.

The test shall be carried out at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. The ambient temperature measuring point shall be not influenced by the equipment under test. During the test, the setup is horizontally positioned (e.g. table top or floor) and shall not be influenced by air draughts.

The test shall be carried out with an AC and/or DC current, according to manufacturer's instruction. The test current value is the nominal current (see Table 2 respectively Table 3) multiplied by 1,25. The number of test cycles shall be 768 and the on-off time of each cycle shall be taken from Table 2 or Table 3. The current-cycling ageing test procedure for terminal blocks is shown in Figure 6.

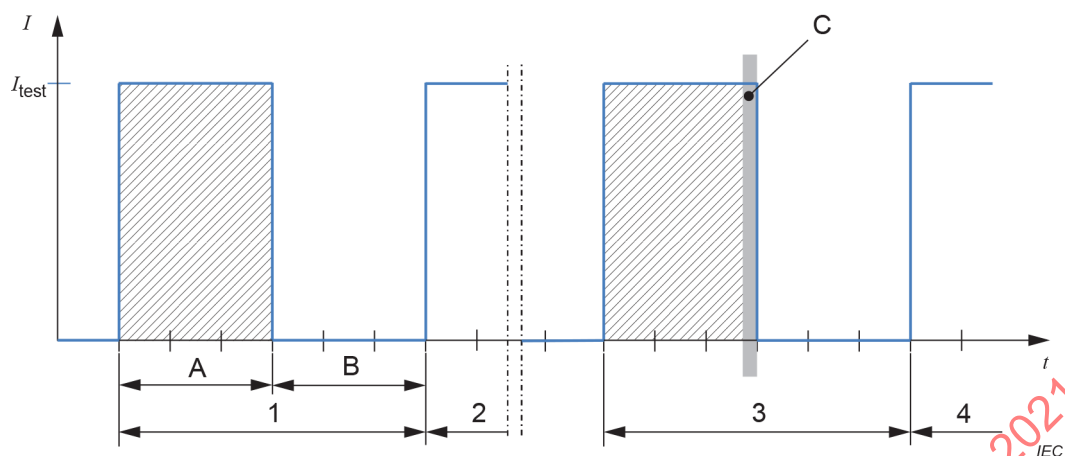
The cooling times can be shortened after the 97th cycle to the maximum time needed for any terminal block to reach steady temperature. A variation of less than 1 K between any two out of three consecutive measurements made at an interval of 5 min is considered as steady temperature.

At the end of the on-period of the 96th, the 384th and the last cycle the 768th of the current-cycling ageing test, the temperature-rise of the clamping units of the middle terminal block shall be verified.

The temperature-rise of the 384th and the last cycle of the 768th shall not exceed 15 K compared to the value of the 96th cycle which constitutes the reference value.

After this test, a visual inspection shall show no changes impairing further use such as cracks, deformations or the like.

Furthermore, the pull-out test to 9.2.5.4 of IEC 60947-1:2020 shall be carried out.

**Key**

- A On-period
- B Off-period
- C temperature measuring phase
- 1 1st cycle
- 2 following cycles
- 3 96th, 384th and 768th cycle
- 4 following cycles, respectively end of test

Figure 6 – Current-cycle ageing test procedure**9.5 Verification of thermal characteristics**

The thermal characteristics are checked by the needle flame test. The test is carried out according to IEC 60695-11-5:2016 successively in the area of one clamping unit of three terminal blocks.

The test room shall be substantially draught-free with dimensions sufficient to ensure an adequate supply of air.

Before the test, the terminal blocks are stored for 24 h in an atmosphere having a temperature between 15 °C and 35 °C and a relative humidity between 45 % and 75 %.

After this preconditioning, the terminal block is mounted on its appropriate support and fixed with suitable means so that one lateral insulation wall lies parallel to the layer placed below it (see Figure 7).

Conductors are not connected.

The layer placed below, which consists of an approximately 10 mm thick pinewood or similar board covered with a single layer of tissue paper (grammage between 12 g/m² to 30 g/m² according to 4.215 of ISO 4046-4:2016), is positioned at a distance of (200 ± 5) mm below the terminal block.

The test flame, adjusted in accordance with Figure 2a) of IEC 60695-11-5:2016, is guided under an angle of 45° to the lateral insulation wall.

The tip of the flame shall make contact with the insulation wall in the area of the clamping unit (see Figure 8).

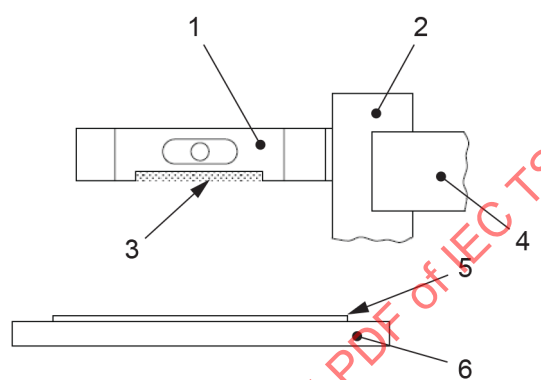
The flame is applied for 10 s. For insulation walls < 1 mm and/or an area < 100 mm², the flame is applied for 5 s.

After the flame is removed, the duration of burning in the case of ignition is measured.

Duration of burning denotes the time interval from the moment the flame is removed until flames or glowing of the terminal block have extinguished.

The terminal blocks are considered to have passed the test if the duration of burning is less than 30 s in case of ignition.

Moreover, the tissue paper on the pinewood board shall not ignite if burning or glowing particles fall from the terminal block.

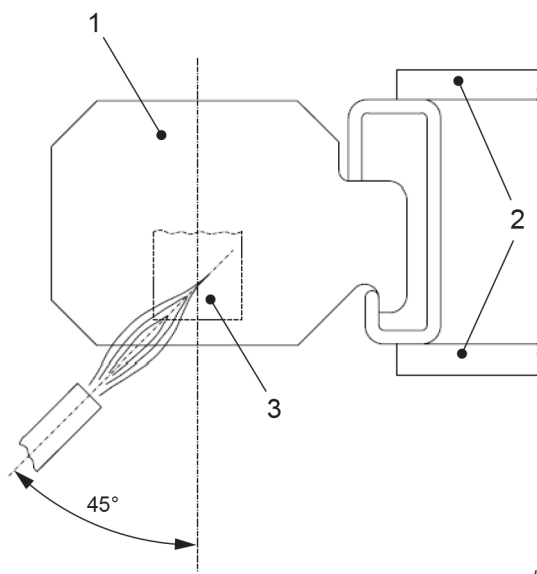


IEC

Key

- 1 terminal block
- 2 support of the terminal block
- 3 lateral insulation wall
- 4 fixing means
- 5 tissue paper
- 6 pinewood board

Figure 7 – Arrangement for test according to 9.5



IEC

NOTE View is from the layer placed below the terminal block.

Key

- 1 terminal block
- 2 fixing means
- 3 clamping part in the area of the damping unit

Figure 8 – Point of test flame contact

9.6 Verification of EMC characteristics

Subclause 9.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

9.6.1 Immunity

Terminal blocks within the scope of this document are not sensitive to electromagnetic disturbances and therefore no immunity tests are necessary.

9.6.2 Emission

Terminal blocks within the scope of this document do not generate electromagnetic disturbances and therefore no emission tests are necessary.

9.7 Items subject to agreement between manufacturer and user

The verification of the connection of electrical aluminium conductors may be additionally performed by special tests according to Annex Q of IEC 60947-1:2020.

Bibliography

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

IEC 60269-2, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to K*

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

IEC 60715, *Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear – Standardized mounting on rails for mechanical support of switchgear, controlgear and accessories*

IEC 60898-1:2015, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation*
IEC 60898-1:2015/AMD1:2019

IEC 61545:1996, *Connecting devices – Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units*

UL 1059, *Standard for Terminal Block*

CSA C22.2 NO 158, *Terminal blocks*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
INTRODUCTION.....	36
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	38
3 Termes et définitions	38
4 Classification	39
5 Caractéristiques	40
5.1 Résumé des caractéristiques	40
5.2 Type du bloc de jonction	40
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites	40
5.3.1 Tension assignée	40
5.3.2 Courant de courte durée admissible	40
5.3.3 Sections normales	40
5.3.4 Section nominale	41
5.3.5 Capacité nominale de raccordement	41
5.3.6 Courant nominal	41
6 Informations sur le produit	42
6.1 Marquage	42
6.2 Informations complémentaires	42
7 Conditions de service normal, de montage et de transport.....	43
8 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	43
8.1 Exigences relatives à la construction	43
8.1.1 Organes de serrage	43
8.1.2 Montage	43
8.1.3 Distances d'isolement et lignes de fuite	44
8.1.4 Identification et marquage des bornes	44
8.1.5 Résistance à la chaleur anormale et au feu	44
8.1.6 Section nominale et capacité nominale de raccordement	44
8.2 Exigences de fonctionnement	45
8.2.1 Généralités	45
8.2.2 Échauffement	46
8.2.3 Propriétés diélectriques	46
8.2.4 Courant de courte durée admissible	47
8.2.5 Chute de tension	47
8.2.6 Fonctionnement électrique après vieillissement (pour les blocs de jonction du type sans vis seulement)	47
8.2.7 Essai cyclique de vieillissement avec courant	47
8.3 Compatibilité électromagnétique	47
9 Essais	47
9.1 Nature des essais	47
9.2 Généralités	47
9.3 Vérification des caractéristiques mécaniques	48
9.3.1 Généralités	48
9.3.2 Fixation du bloc de jonction sur son support	48
9.3.3 Propriétés mécaniques des organes de serrage	50
9.4 Vérification des caractéristiques électriques	51

9.4.1	Généralités	51
9.4.2	Vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite	51
9.4.3	Essais diélectriques	52
9.4.4	Vérification de la chute de tension	52
9.4.5	Essai d'échauffement	53
9.4.6	Essai de tenue au courant de courte durée admissible	54
9.4.7	Essai de vieillissement (pour les blocs de jonction du type sans vis seulement)	54
9.4.8	Essai cyclique de vieillissement avec courant	54
9.5	Vérification des caractéristiques thermiques	58
9.6	Vérification des caractéristiques de CEM	60
9.6.1	Immunité	60
9.6.2	Émission	60
9.7	Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur	60
	Bibliographie	61
	Figure 1 – Disposition pour l'essai selon 9.3.2	49
	Figure 2 – Disposition pour les essais selon 9.4.5 et pour la vérification de la chute de tension	53
	Figure 3 – Essai en trois étapes pour le courant alternatif/courant continu	55
	Figure 4 – Disposition pour un essai cyclique de vieillissement avec courant selon 9.4.8	56
	Figure 5 – Schéma de préparation du conducteur (section supérieure à 25 mm ²)	57
	Figure 6 – Procédure d'essai cyclique de vieillissement avec courant	58
	Figure 7 – Disposition pour l'essai selon 9.5	59
	Figure 8 – Point de contact de la flamme d'essai	60
	Tableau 1 – Sections normales des conducteurs	41
	Tableau 2 – Plage de courant nominal pour les dimensions de fil du système métrique	45
	Tableau 3 – Plage de courant nominal pour les dimensions de fil du système AWG ou kcmil	46
	Tableau 4 – Paramètres de l'essai de fixation	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 7-5: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en aluminium

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.

L'IEC TS 60947-7-5 a été élaborée par le sous-comité 121A: Appareillage à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension. Il s'agit d'une Spécification technique.

La présente publication doit être lue conjointement avec la sixième édition de l'IEC 60947-1:2020 et la troisième édition de l'IEC 60947-7-1:2009. Les dispositions des règles générales traitées dans l'IEC 60947-1:2020 et les exigences relatives aux blocs de jonction de l'IEC 60947-7-1:2009 sont applicables à la présente publication, lorsque cela est spécifiquement demandé. Les articles et paragraphes, les tableaux, les figures et les annexes ainsi applicables sont identifiés en référence à l'IEC 60947-1:2020 ou à l'IEC 60947-7-1:2009.

Le texte de cette Spécification technique est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
121A/418/DTS	121A/428A/RVDTS

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Spécification technique est l'anglais.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60947, publiées sous le titre général *Appareillage à basse tension*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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

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 "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.

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

INTRODUCTION

Le raccordement des conducteurs en aluminium (définis dans l'IEC 60228) et des bornes adaptées à de tels conducteurs est considéré comme pertinent pour la définition d'un programme d'essai spécifique des bornes en aluminium et l'élaboration d'une nouvelle publication qui relève du domaine d'application du comité d'études 121A de l'IEC.

Des essais supplémentaires ont été jugés nécessaires, car l'expérience montre que les connexions électriques fiables des conducteurs en aluminium exigent une attention plus importante que celles en cuivre principalement en raison de leur différent comportement face à l'oxydation et des caractéristiques mécaniques des matériaux.

Il a été largement démontré que lorsque deux métaux différents entrent en contact, une corrosion galvanique est susceptible de se produire. Il s'agit d'un processus électrochimique dans lequel les électrons passent du métal moins noble au métal plus noble. Cet effet est accéléré par un flux de courant continu supplémentaire et la présence d'un électrolyte. Ce processus doit être pris en considération en cas de contact électrique, car il peut donner lieu à une contamination de la zone de contact avec des produits de corrosion et à une réduction de la pression de contact et de la zone de contact lorsque l'extrémité est affectée.

Le présent document est fondé sur un programme d'essai reconnu pour les conducteurs en cuivre défini dans l'IEC 60947-7-1. Toutefois, d'autres essais ont été modifiés et ajoutés à ceux réalisés sur les conducteurs en cuivre. Ces essais supplémentaires sont tirés de ceux déjà définis dans l'IEC 61545, l'IEC 60269-2, l'IEC 60947-7-1 et dans l'IEC 60947-1.

Un nouvel essai cyclique de vieillissement avec courant est défini, qui comprend un préconditionnement des échantillons qui consiste en un stockage dans un environnement froid suivi de chaleur sèche avec courant alternatif pour les blocs de jonction qui fonctionnent à courant alternatif, ou de chaleur humide avec courant continu pour les blocs de jonction qui fonctionnent à courant alternatif ou continu. Cet essai est inspiré des essais de l'Annexe Q de l'IEC 60947-1:2020.

L'essai cyclique de vieillissement comprend un total de 768 cycles avec-sans courant. Pour les besoins de l'essai, la valeur de référence I_{al} s'établit à partir du Tableau 2 et devient le courant d'essai de base, avec une marge de sécurité supplémentaire de 1,25. Il est exigé que le fabricant fournisse la valeur I_{al} à l'utilisateur dans sa documentation.

Par conséquent, à l'inverse de l'IEC 60947-7-1, il était nécessaire de mettre en place un marquage supplémentaire qui s'apparente à celui de l'IEC 61545.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 7-5: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en aluminium

1 Domaine d'application

La présente partie de la série IEC 60947 spécifie les exigences relatives aux blocs de jonction avec organes de serrage du type à vis ou du type sans vis essentiellement destinés à un usage industriel ou analogue, et à être fixés sur un support afin d'assurer la connexion électrique et mécanique. Le présent document peut être utilisé pour les blocs de jonction qui assurent le raccordement entre des conducteurs en aluminium ou entre des conducteurs en aluminium et en cuivre. Il s'applique aux blocs de jonction destinés à raccorder les conducteurs ronds, avec ou sans préparation particulière, dont la section est comprise entre $2,5 \text{ mm}^2$ et 300 mm^2 (AWG 12 à 600 kcmil) et destinés à être utilisés dans des circuits présentant une tension assignée maximale de 1 000 V en courant alternatif (jusqu'à 1 000 Hz) ou de 1 500 V en courant continu.

Le présent document peut être utilisé comme guide pour homologuer les blocs de jonction pour les conducteurs aluminium qui ne satisfont pas à l'IEC 60228 (de section inférieure à 10 mm^2 , souples ou composés d'autres matériaux, par exemple). Il peut également être utilisé comme guide pour homologuer d'autres types de blocs de jonction pour des conducteurs aluminium autres que les blocs de jonction à passage direct (les blocs de jonction partiellement isolés, par exemple).

NOTE 1 AWG est l'abréviation de "American Wire Gage" (Gage (US) = Gauge (UK)).

kcmil = 1 000 cmil;

1 cmil = 1 mil circulaire = surface d'un cercle ayant un diamètre de 1 mil;

1 mil = 1/1 000 pouce.

Le présent document ne s'applique pas aux organes de serrage:

- destinés à d'autres types d'appareillages;
- qui assurent le raccordement par sertissage, brasage fort, brasage ou soudage;
- des circuits de données et de signalisation;
- des bornes plates à connexion rapide, des dispositifs de connexion à perçage d'isolant et des dispositifs de connexion par épissure, dont les parties séparées sont à l'étude.

NOTE 2 En cas d'utilisation de types particuliers de conducteurs (des conducteurs revêtus, par exemple) qui exigent une préparation particulière, le présent document peut être utilisé comme guide.

NOTE 3 Dans certains pays, le règlement national en matière de règles d'installation peut admettre l'utilisation de sections différentes. Pour le câblage interne (enveloppes intérieures), d'autres règles ou normes de produit peuvent être applicables.

NOTE 4 Pour les raccordements à des conducteurs en cuivre uniquement, l'IEC 60947-7-1:2009 est applicable.

NOTE 5 Aux États-Unis et au Canada, l'UL 1059 et le CSA C22.2 No. 158 s'appliquent, respectivement.

Dans le présent document, le terme "organe de serrage" est utilisé, le cas échéant, en lieu et place du terme "borne". Cela est pris en compte s'il est fait référence à l'IEC 60947-1:2020.

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

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

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

IEC 60228, *Âmes des câbles isolés*

IEC 60364-5-52:2009, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-52: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Canalisations*

IEC 60695-11-5:2016, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-5: Flammes d'essai – Méthode d'essai au brûleur-aiguille – Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices*

IEC 60947-1:2020, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 60947-7-1:2009, *Appareillage à basse tension – Partie 7-1: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre*

ISO 4046-4:2016, *Papier, carton, pâtes et termes connexes – Vocabulaire – Partie 4: Catégories et produits transformés de papier et de carton*

3 Termes et définitions

L'Article 2 de l'IEC 60947-7-1:2009 s'applique avec les ajouts suivants.

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

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

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

3.1

conducteur traité

surface de contact d'un conducteur dont les brins externes ont eu leurs couches d'oxyde enlevées par brossage et/ou ont reçu un produit déposé pour améliorer le contact et/ou prévenir la corrosion

Note 1 à l'article: Aux États-Unis et au Canada, le traitement des échantillons et des conducteurs à soumettre à l'essai n'est pas acceptable.

[SOURCE: IEC 61545:1996, 3.13, modifié – Insertion de la Note 1 à l'article.]

3.2

organe de serrage prérempli

<bloc de jonction> organe de serrage d'un bloc de jonction qui est prérempli par le fabricant avec un composé inhibiteur d'oxydation

3.3

section nominale des conducteurs en aluminium

valeur de la section d'un type donné de conducteur, à âme massive, câblée ou souple, indiquée par le fabricant, et sur laquelle s'appuient certaines exigences thermiques, mécaniques et électriques

Note 1 à l'article: Les blocs de jonction peuvent présenter plusieurs sections nominales selon le type de conducteur.

3.4

capacité de raccordement nominale des conducteurs en aluminium

plage de sections, types de conducteurs et, le cas échéant, nombre de conducteurs connectables pour lesquels le bloc de jonction est conçu

3.5

conducteurs en cuivre correspondants

valeur de la section de types de conducteurs connectables rigides (à âme massive et câblée) et souples, indiquée par le fabricant, et sur laquelle s'appuient certaines exigences thermiques, mécaniques et électriques

3.6

capacité de raccordement nominale des conducteurs en cuivre

plage de sections et, le cas échéant, nombre de conducteurs connectables pour lesquels le bloc de jonction est conçu

3.7

courant nominal

I_{al}

<blocs de jonction pour conducteurs en aluminium> courant déclaré par le fabricant en fonction de la section nominale des conducteurs en aluminium

4 Classification

Une distinction est faite entre les différents types de blocs de jonction, comme suit:

- méthode de fixation du bloc de jonction au support;
- nombre de pôles;
- type d'organe de serrage: du type à vis ou du type sans vis;
- aptitude à recevoir différents types de conducteurs (conducteurs à âme massive, à âme câblée ou souples, par exemple);
- aptitude à recevoir différents types de conducteurs en fonction de leur traitement (traité, non traité, soit traité soit non traité);
- aptitude à recevoir des conducteurs en aluminium ou à la fois des conducteurs en aluminium et en cuivre;
- aptitude à recevoir des conducteurs préparés (voir le 3.5.28 de l'IEC 60947-1:2020);
- ensemble de bornes avec organes de serrage identiques ou différents;
- nombre d'organes de serrage sur chaque ensemble de bornes;
- conditions de service;
- traitement des organes de serrage: remplis (préremplis ou remplis sur le site), non remplis;
- adapté au courant alternatif et/ou au courant continu.

5 Caractéristiques

5.1 Résumé des caractéristiques

Le bloc de jonction présente les caractéristiques suivantes:

- type de bloc de jonction (voir 5.2);
- valeurs assignées et les valeurs limites (voir 5.3).

5.2 Type du bloc de jonction

Les éléments suivants doivent être indiqués:

- le type des organes de serrage (par exemple, du type à vis, du type sans vis);
- le nombre d'organes de serrage;
- le traitement des conducteurs;
- le traitement de l'organe de serrage.

5.3 Valeurs assignées et valeurs limites

5.3.1 Tension assignée

Le paragraphe 5.3.1.2 et le paragraphe 5.3.1.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent.

5.3.2 Courant de courte durée admissible

Une valeur efficace spécifiée du courant qu'un bloc de jonction doit pouvoir supporter pendant une courte durée spécifiée dans des conditions prescrites d'utilisation et de comportement (voir 8.2.4 et 9.4.6).

5.3.3 Sections normales

Les valeurs normales des sections de conducteurs ronds en aluminium à utiliser sont indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Sections normales des conducteurs

Dimensions du système métrique ISO mm ²	Comparaison entre les dimensions AWG/kcmil et celles du système métrique	
	Dimensions AWG/kcmil	Équivalence du système métrique mm ²
0,2 ^a	24 ^a	0,205
0,34 ^a	22 ^a	0,324
0,5 ^a	20 ^a	0,519
0,75 ^a	18 ^a	0,82
1 ^a	-	-
1,5 ^a	16 ^a	1,3
2,5	14 ^a	2,1
4	12	3,3
6	10	5,3
10	8	8,4
16	6	13,3
25	4	21,2
35	2	33,6
50	0	53,5
70	00	67,4
95	000	85
-	0000	107,2
120	250 kcmil	127
150	300 kcmil	152
185	350 kcmil	177
240	500 kcmil	253
300	600 kcmil	304

^a Pour les conducteurs en cuivre uniquement.

5.3.4 Section nominale

La section nominale doit être choisie parmi les sections normales qui figurent dans le Tableau 1.

5.3.5 Capacité nominale de raccordement

Pour chaque organe de serrage, le fabricant doit indiquer le matériau, les types et les sections maximale et minimale des conducteurs qui peuvent être raccordés ainsi que, le cas échéant, le nombre de conducteurs simultanément raccordables à chaque organe de serrage, sans mélanger les différents matériaux de conducteur dans un seul organe de serrage. Il doit également indiquer toutes les préparations nécessaires à l'extrémité du conducteur.

5.3.6 Courant nominal

Le fabricant doit indiquer le courant nominal des blocs de jonction. Ce courant nominal doit reposer sur les dimensions des conducteurs en aluminium (Tableau 2 et Tableau 3) et s'applique également au conducteur en cuivre minimal correspondant, le cas échéant. Pour déterminer le conducteur en cuivre correspondant, voir l'IEC 60364-5-52:2009 Tableau B.52.4, méthode d'installation C.

Le courant nominal des blocs de jonction destinés à être utilisés avec une combinaison de conducteurs en aluminium et en cuivre dépend du courant des conducteurs en aluminium.

6 Informations sur le produit

6.1 Marquage

Un bloc de jonction doit porter, de manière durable et indélébile, les marquages suivants:

- a) le nom du fabricant ou une marque de fabrique qui permet de l'identifier aisément;
- b) une référence de type qui permet son identification dans le but d'obtenir tout renseignement pertinent auprès du fabricant ou dans son catalogue.

6.2 Informations complémentaires

Les informations suivantes doivent être indiquées par le fabricant, le cas échéant, par exemple dans la fiche technique du fabricant, dans son catalogue ou sur l'emballage, les références croisées étant admises:

- a) l'IEC TS 60947-7-5, si le fabricant déclare la conformité au présent document;
- b) la section nominale des conducteurs en aluminium et des conducteurs en cuivre correspondants, le cas échéant;
- c) les capacités nominales de raccordement, ainsi que le nombre de conducteurs simultanément raccordables;
- d) la tension assignée d'isolement (U_i);
- e) la tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}), lorsqu'elle est déterminée;
- f) les conditions de service, si elles diffèrent de celles de l'Article 7;
- g) les informations suivantes, en fonction de la classification, doivent être utilisées:
 - pour les organes de serrage déclarés pour les conducteurs à âme massive, "massive" ou l'abréviation "s" ou "sol";
 - pour les organes de serrage déclarés pour les conducteurs à âme câblée, "câblée" ou l'abréviation "r";
 - pour les organes de serrage déclarés pour les conducteurs souples, "souple" ou l'abréviation "f";
 - pour les organes de serrage déclarés pour les conducteurs traités, "traité" ou l'abréviation "t";
 - pour les organes de serrage déclarés pour les conducteurs en aluminium, "aluminium" ou l'abréviation "Al";
 - pour les organes de serrage déclarés pour les conducteurs en cuivre, "cuivre" ou l'abréviation "Cu";
 - pour les organes de serrage déclarés pour les conducteurs en aluminium et en cuivre, "aluminium et cuivre" ou l'abréviation "Al-Cu".

En cas de combinaisons, le fabricant doit utiliser une combinaison appropriée de symboles.

En cas de classifications différentes des organes de serrage à l'intérieur d'un bloc de jonction, le marquage doit être sans équivoque sur le bloc de jonction ou dans la documentation du fabricant (des numéros, par exemple).

EXEMPLE 1 Le marquage Al s-t Cu indique un bloc de jonction dont les organes de serrage sont adaptés à un raccordement de conducteurs à âme massive traités en aluminium et de tous les types de conducteurs en cuivre également.

- h) le courant nominal déclaré des blocs de jonction avec des conducteurs en aluminium selon la section nominale du conducteur;

EXEMPLE 2 Pour un bloc de jonction avec trois sections et types de conducteurs déclarés:

- à 16 mm²: $I_{al} = 45 \text{ A s-t/r-t}$;
- à 10 mm²: $I_{al} = 35 \text{ A s-t/f-t}$;
- à 6 mm²: $I_{al} = 32 \text{ A s-t}$.

- i) la maintenance selon les instructions du fabricant;
- j) les informations relatives au composé inhibiteur, le cas échéant;
- k) aptitude à raccorder des conducteurs en aluminium à âme massive, à âme câblée et/ou souples, circulaires ou, par exemple, sectoraux;
- l) la description du traitement du conducteur et/ou de l'organe de serrage par l'utilisateur, y compris l'application du/des composé(s) inhibiteur(s), si nécessaire;
- m) adapté au courant alternatif et/ou au courant continu.
 - Les blocs de jonction qui ont satisfait à l'étape 2 et à l'étape 3 de 9.4.8 avec le courant continu doivent être marqués DC et/ou AC.
 - Les blocs de jonction qui ont satisfait à l'étape 2 et à l'étape 3 de 9.4.8 avec le courant alternatif doivent être marqués AC uniquement.

7 Conditions de service normal, de montage et de transport

L'Article 7 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement

8.1 Exigences relatives à la construction

8.1.1 Organes de serrage

Le paragraphe 8.1.8.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Les organes de serrage doivent permettre aux conducteurs d'être raccordés par des moyens qui assurent une liaison mécanique et un contact électrique fiables.

NOTE Les organes de serrage du type à vis ne sont pas adaptés au raccordement de connecteurs souples dont les extrémités sont soudées à l'étain.

Les unités de serrage doivent pouvoir résister à la force qui peut être appliquée à travers les conducteurs raccordés.

La vérification est effectuée par examen et par les essais de 9.3.3.1, 9.3.3.2 et 9.3.3.3.

Aucune pression de contact ne doit être transmise par des matériaux isolants autres que la matière céramique ou les autres matériaux qui présentent des caractéristiques au moins équivalentes, à moins que les parties métalliques ne possèdent une élasticité suffisante pour résister à tout éventuel rétrécissement du matériau isolant.

L'essai correspondant est à l'étude.

8.1.2 Montage

Les blocs de jonction doivent être équipés de dispositifs qui leur assurent une fixation solide à un profilé-support ou à une platine.

Les essais doivent être effectués conformément à 9.3.2.

NOTE Des informations relatives au montage sur profilés-supports peuvent être trouvées dans l'IEC 60715.

8.1.3 Distances d'isolement et lignes de fuite

Pour les blocs de jonction dont le fabricant a déclaré des valeurs de tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}) et de tension assignée d'isolement (U_i), les valeurs minimales des distances d'isolement et des lignes de fuite sont données dans le Tableau 13 de l'IEC 60947-1:2020 et dans le Tableau 15 de l'IEC 60947-1:2020.

Pour les blocs de jonction dont le fabricant n'a pas déclaré de valeur de tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}), l'Annexe H de l'IEC 60947-1:2020 donne des recommandations pour les valeurs minimales.

Les exigences électriques sont données en 8.2.3.

8.1.4 Identification et marquage des bornes

Le paragraphe 8.1.8.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Un bloc de jonction doit être prévu, ou au moins avoir l'espace nécessaire, pour pouvoir porter des marques ou des nombres de repérage pour chaque organe de serrage ou chaque ensemble de bornes selon le circuit dont il fait partie.

Pour l'identification des blocs de jonction, la combinaison de couleur vert-jaune n'est pas admise.

NOTE Ces dispositions peuvent être réalisées par des éléments de marquage séparés tels que languettes de marquage, étiquettes d'identification, etc.

8.1.5 Résistance à la chaleur anormale et au feu

Le matériau isolant du bloc de jonction ne doit pas être altéré par une chaleur anormale et par le feu.

NOTE Pour les petites parties, spécifiées dans l'IEC 60695-2-11, la norme de produit correspondante peut spécifier un autre essai (par exemple, l'essai au brûleur-aiguille, selon l'IEC 60695-11-5). La même procédure peut être applicable pour d'autres raisons pratiques lorsque la partie métallique est volumineuse comparée au matériau isolant (les blocs de jonction, par exemple). L'essai au brûleur-aiguille est utilisé comme un essai alternatif pour satisfaire aux exigences de résistance à la propagation de la flamme des applications embarquées.

La vérification est effectuée par l'essai au brûleur-aiguille selon l'IEC 60695-11-5:2016 comme cela est spécifié en 9.5 du présent document.

8.1.6 Section nominale et capacité nominale de raccordement

Les blocs de jonction doivent être conçus de façon que:

- des conducteurs de la section nominale des conducteurs en aluminium et la capacité nominale de raccordement des conducteurs en aluminium puissent être acceptés;
- la capacité nominale de raccordement des conducteurs en cuivre puisse être acceptée, le cas échéant.

La vérification est effectuée par l'essai décrit en 9.3.3.4.

Les conducteurs en cuivre correspondants peuvent être vérifiés par un essai spécial selon 9.3.3.5.

8.2 Exigences de fonctionnement

8.2.1 Généralités

Le courant nominal est déclaré par le fabricant, mais il doit se situer dans les limites de la plage indiquée dans le Tableau 2, 2^e colonne ou dans le Tableau 3, 2^e colonne.

Tableau 2 – Plage de courant nominal pour les dimensions de fil du système métrique

Section nominale des conducteurs en aluminium	Plage pour le courant nominal ^a	Durée avec-sans courant pour l'essai cyclique de vieillissement avec courant
mm ²	A	min
1,5	$I_{al} \leq 14$	60-60 ^b
2,5	$14 < I_{al} \leq 18,5$	
4	$18,5 < I_{al} \leq 25$	
6	$25 < I_{al} \leq 32$	
10	$32 < I_{al} \leq 44$	
16	$44 < I_{al} \leq 59$	
25	$59 < I_{al} \leq 73$	
35	$73 < I_{al} \leq 90$	
50	$90 < I_{al} \leq 110$	
70	$110 < I_{al} \leq 140$	90-90 ^b
95	$140 < I_{al} \leq 170$	
120	$170 < I_{al} \leq 197$	
150	$197 < I_{al} \leq 227$	
185	$227 < I_{al} \leq 259$	
240	$259 < I_{al} \leq 305$	
300	$305 < I_{al} \leq 351$	
NOTE Le principe d'une plage en fonction de la section est issu du Tableau 10 de l'IEC 60898-1:2015 et du Tableau 9 de l'IEC 60947-1:2020.		
^a La valeur maximale de la plage est donnée dans le Tableau B.52.4 de l'IEC 60364-5-52:2009 pour la méthode d'installation C, sauf pour la valeur pour 1,5 mm ² , qui est déduite numériquement des autres valeurs. La valeur pour 1,5 mm ² ne relève pas du présent domaine d'application et est donnée à titre d'information uniquement.		
^b Les durées sans courant peuvent être réduites après le 97 ^e cycle dans les conditions particulières décrites en 9.4.8.		

Tableau 3 – Plage de courant nominal pour les dimensions de fil du système AWG ou kcmil

Section nominale des conducteurs en aluminium	Plage pour le courant nominal ^a	Durée avec-sans courant pour l'essai cyclique de vieillissement avec courant
AWG/kcmil	A	min
14 ^c	$I_{al} \leq 15,5$	60-60 ^b
12	$15,5 < I_{al} \leq 21$	
10	$21 < I_{al} \leq 28$	
8	$28 < I_{al} \leq 37$	
6	$37 < I_{al} \leq 49$	
4	$49 < I_{al} \leq 62$	
2	$62 < I_{al} \leq 87$	
1	$87 < I_{al} \leq 93$	
0	$93 < I_{al} \leq 118$	
00	$118 < I_{al} \leq 135$	90-90 ^b
000	$135 < I_{al} \leq 152$	
0000	$152 < I_{al} \leq 176$	
250 kcmil	$176 < I_{al} \leq 209$	
300 kcmil	$209 < I_{al} \leq 230$	
350 kcmil	$230 < I_{al} \leq 248$	
500 kcmil	$248 < I_{al} \leq 322$	
600 kcmil	$322 < I_{al} \leq 356$	
^a Les valeurs sont calculées entre la section en valeurs métriques et AWG.		
^b Les durées sans courant peuvent être réduites après le 97 ^e cycle dans les conditions particulières décrites en 9.4.8.		
^c La valeur pour AWG 14 ne relève pas du domaine d'application et est donnée à titre informatif uniquement.		

8.2.2 Échauffement

Les blocs de jonction doivent être soumis à l'essai selon 9.4.5 avec le courant nominal d'essai. L'échauffement du bloc de jonction ne doit pas dépasser 45 K.

8.2.3 Propriétés diélectriques

Dans le cas où le fabricant a déclaré une valeur de tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}) (voir 5.3.1.3 de l'IEC 60947-1:2020), les exigences de 8.2.3 et de 8.2.3.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent. Le cas échéant, l'essai de tension de tenue aux chocs doit être effectué conformément à 9.4.3 a)).

Pour la vérification de l'isolation solide, les exigences de 8.2.3, 8.2.3.2 et 8.2.3.5 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent. L'essai de tenue en tension à fréquence industrielle doit être effectué conformément à 9.4.3 b)).

Les distances d'isolement et lignes de fuite suffisantes doivent être vérifiées selon 9.4.2.

Pour les blocs de jonction dont le fabricant n'a pas déclaré la valeur de tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}), l'Annexe H de l'IEC 60947-1:2020 donne des recommandations pour les valeurs minimales.

8.2.4 Courant de courte durée admissible

Un bloc de jonction doit pouvoir supporter pendant 1 s le courant de courte durée admissible qui correspond à 77 A/mm^2 de sa section nominale du conducteur en aluminium, conformément à 9.4.6.

NOTE La valeur de 77 A/mm^2 est déduite de la relation entre la susceptance (conductance) du cuivre et de l'aluminium utilisés pour les conducteurs électriques (voir l'IEC 60228).

8.2.5 Chute de tension

La chute de tension sur un bloc de jonction occasionnée par le raccordement d'un conducteur, mesurée conformément à 9.4.4, ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées en 9.4.4.

8.2.6 Fonctionnement électrique après vieillissement (pour les blocs de jonction du type sans vis seulement)

Couvert par 9.4.7.

8.2.7 Essai cyclique de vieillissement avec courant

Un bloc de jonction doit pouvoir résister aux conditions environnementales et au vieillissement, conformément à 9.4.8 avec un courant d'essai égal au courant nominal multiplié par 1,25.

8.3 Compatibilité électromagnétique

Le paragraphe 8.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9 Essais

9.1 Nature des essais

Le paragraphe 9.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Aucun essai individuel de série n'est spécifié. La vérification de la section nominale selon 9.3.3.5 est un essai spécial. Tous les autres essais sont des essais de type.

Le fabricant doit spécifier la combinaison courant nominal/section/type de conducteur la plus défavorable pour l'essai d'échauffement et l'essai cyclique de vieillissement avec courant. Les deux essais doivent être réalisés avec cette combinaison.

9.2 Généralités

Sauf indication contraire, les blocs de jonction sont soumis à l'essai neufs et propres, et installés comme en utilisation normale (voir 7.3 de l'IEC 60947-1:2020) à une température ambiante de $20 \pm 5 \text{ °C}$.

NOTE 1 "Utilisation normale" signifie que cinq blocs de jonction sont montés sur leur support (le côté restant ouvert étant fermé par une plaque d'extrémité) et fixés par des butées de blocage, le cas échéant.

Un organe de serrage prérempli (d'un bloc de jonction) doit être soumis à l'essai avec son composé.

Les essais doivent être réalisés dans l'ordre de présentation des paragraphes dans lesquels ils sont décrits.

Chaque essai est réalisé sur des échantillons séparés.

Les essais de 9.3.3.2 et de 9.3.3.3 sont réalisés sur les mêmes échantillons.

La surface des conducteurs ne doit présenter aucun signe de contamination qui dégrade les performances.

NOTE 2 La contamination comprend la poussière, la graisse, les acides, les lixiviats et autres matières étrangères.

Pour les essais avec des conducteurs et des organes de serrage non traités, la surface d'oxyde du conducteur ne doit faire l'objet d'aucun nettoyage mécanique ni d'aucun traitement chimique pénétrant dans l'organe de serrage (voir l'Article 4). Les conducteurs, avant d'être raccordés, doivent être stockés à l'intérieur pendant au moins deux jours après le retrait de l'isolation. Ces conducteurs non nettoyés ne doivent plus être traités avant d'être raccordés.

Si le fabricant a indiqué un traitement spécial du conducteur ou des organes de serrage, ce traitement doit être réalisé conformément à ses instructions. Le raccordement du conducteur dans l'organe de serrage doit être réalisé 5 min au plus après le traitement.

NOTE 3 Aux États-Unis et au Canada, les essais sont réputés réalisés sans traitement.

Un soin particulier doit être apporté lors du dénudage des conducteurs afin d'éviter la coupure, l'ébréchure, le grattage ou autre dommage aux conducteurs.

Lorsque le fabricant a précisé qu'une préparation spéciale ou qu'un traitement spécial de l'extrémité du conducteur était nécessaire, le rapport d'essai doit indiquer la méthode de préparation ou de traitement utilisée.

Les essais sont réalisés avec le ou les types de conducteurs (rigide ou souple), la ou les classes et la ou les formes de conducteur indiquées par le fabricant.

Lorsque l'un des blocs de jonction ne satisfait pas à l'un des essais, cet essai doit être répété sur un deuxième lot de blocs de jonction qui doit alors satisfaire entièrement à l'essai répété. Lorsque cet essai fait partie d'une séquence d'essais, l'intégralité de la séquence d'essais doit être répétée.

Lorsque des essais supplémentaires sont exigés par l'utilisateur (en raison de conditions environnementales différentes, par exemple), voir 9.7.

9.3 Vérification des caractéristiques mécaniques

9.3.1 Généralités

La vérification des caractéristiques mécaniques comprend les essais suivants:

- la fixation du bloc de jonction sur son support (voir 9.3.2);
- la résistance mécanique des organes de serrage (voir 9.3.3.1);
- la fixation des conducteurs aux organes de serrage (voir 9.3.3.2 et 9.3.3.3);
- la section nominale et la capacité nominale de raccordement (voir 9.3.3.4 et 9.3.3.5).

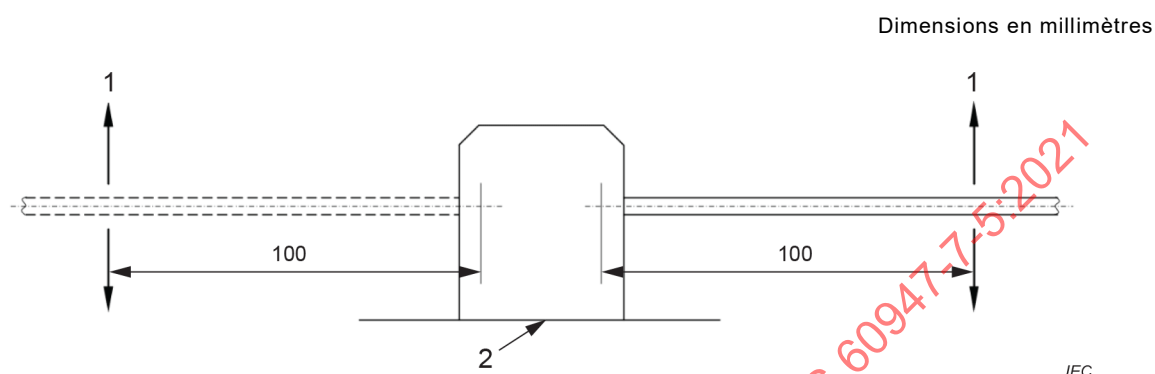
9.3.2 Fixation du bloc de jonction sur son support

L'essai doit être réalisé sur deux organes de serrage du bloc de jonction situé au milieu de cinq blocs de jonction montés comme en utilisation normale sur le support adapté conformément aux instructions du fabricant.

Une broche d'acier d'une longueur de 150 mm et d'un diamètre spécifié dans le Tableau 4 est fixée successivement à chaque organe de serrage. Le couple de serrage doit être conforme au

Tableau 4 de l'IEC 60947-1:2020 ou, en variante, conforme à la valeur de couple la plus élevée établie par le fabricant. Un effort correspondant aux valeurs indiquées dans le Tableau 4 est appliqué à la broche, régulièrement et sans à-coups, à une distance de 100 mm du centre de l'organe de serrage, conformément à la Figure 1.

Au cours de l'essai, aucun bloc de jonction ne doit se libérer de son profilé-support ou de son support, ni subir d'autre dommage.



Légende

1 effort

2 profil-support ou support

Figure 1 – Disposition pour l'essai selon 9.3.2

Tableau 4 – Paramètres de l'essai de fixation

Section nominale du bloc de jonction		Effort	Diamètre de la broche
mm ²	AWG/kcmil	N	mm
0,2	24	1	1
0,34	22		
0,5	20		
0,75	18		
1,0	-		
1,5	16		
2,5	14		
4	12		
6	10	5	2,8
10	8		
16	6		
25	4	10	5,7
35	2		
50	0		
70	00		
95	000	15	12,8
-	0000		
120	250 kcmil		
150	300 kcmil		
185	350 kcmil		
240	500 kcmil	20	20,5
300	600 kcmil		

9.3.3 Propriétés mécaniques des organes de serrage

9.3.3.1 Essai de la résistance mécanique des organes de serrage

Le paragraphe 9.2.5.1 et le paragraphe 9.2.5.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent avec les ajouts suivants.

L'essai doit être réalisé sur deux organes de serrage du bloc de jonction situé au milieu de cinq blocs de jonction montés comme en utilisation normale sur le support adapté conformément aux instructions du fabricant.

Après vérification de la chute de tension conformément à 9.4.4 avec un conducteur rigide raccordé de la section nominale indiquée par le fabricant et ensuite, le cas échéant, avec un conducteur souple raccordé de la section minimale indiquée par le fabricant, des conducteurs rigides de la section nominale doivent être raccordés et déconnectés cinq fois chacun.

À la fin de cet essai, les blocs de jonction doivent satisfaire à l'essai de chute de tension conformément à 9.4.4 avec un conducteur rigide raccordé de la section nominale et ensuite, le cas échéant, avec un conducteur souple raccordé de la section minimale.

9.3.3.2 Essai de détérioration et de desserrage accidentel des conducteurs d'un bloc de jonction (essai de flexion)

Le paragraphe 9.2.5.1 et le paragraphe 9.2.5.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent avec les modifications suivantes.

Chaque essai doit être effectué sur deux organes de serrage d'un bloc de jonction.

Le couple de serrage doit être conforme au Tableau 4 de l'IEC 60947-1:2020 ou, en variante, conforme à la valeur de couple la plus élevée établie par le fabricant.

Les essais doivent être effectués avec les types (rigide et/ou souple) et le nombre de conducteurs indiqués par le fabricant comme présentés ci-après:

- avec les différents types de conducteurs de la plus petite section spécifiée (un seul conducteur est raccordé);
- avec les différents types de conducteurs de la section nominale spécifiée (un seul conducteur est raccordé);

et, le cas échéant,

- avec le ou les types de conducteurs de la plus grande section raccordable, si elle est plus grande que la section nominale (un seul conducteur est raccordé);
- avec les différents types et le nombre maximal de conducteurs de la plus petite section simultanément raccordables;
- avec les différents types et le nombre maximal de conducteurs de la plus grande section simultanément raccordables;
- avec les différents types et le nombre maximal de conducteurs des plus petite et plus grande sections simultanément raccordables.

9.3.3.3 Essai de traction

Le paragraphe 9.2.5.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.