

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



AMENDMENT 2 AMENDEMENT 2

Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules

Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Specifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



AMENDMENT 2
AMENDEMENT 2

**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 1: General rules**

**Appareillage à basse tension –
Partie 1: Règles générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-1798-6

**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.**

FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

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

FDIS	Report on voting
121A/15/FDIS	121A/21/RVD

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

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

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

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

1.1 Scope and object

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

This standard applies, when required by the relevant product standard, to low-voltage switchgear and controlgear hereinafter referred to as "equipment" or "device" and intended to be connected to circuits the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

This standard states the general rules and common safety requirements for low-voltage switchgear and controlgear, including:

- definitions;
- characteristics;
- information supplied with the equipment;
- normal service, mounting and transport conditions;
- constructional and performance requirements;
- verification of characteristics and performance;
- environmental aspects.

This standard does not apply to low-voltage switchgear and controlgear assemblies which are dealt with in IEC 61439 series, as applicable.

1.2 Normative references

Delete the existing reference to "IEC 60439-1:1999" and its Amendment 1.

Replace the existing references by the following new references:

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 61000-3-3:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

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

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

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

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

CISPR 11:2009, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
Amendment 1 (2010)

Add, to the existing references, the new amendments as follows:

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

IEC 61000-3-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*
Amendment 1 (2008)
Amendment 2 (2009)

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
Amendment 1 (2007)
Amendment 2 (2010)

IEC 61000-4-13:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low-frequency immunity tests*
Amendment 1 (2009)

Add the following new normative references as follows:

IEC 60092-504:2001, *Electrical installations in ships – Part 504: Special features – Control and instrumentation*

IEC 60300-3-5:2001, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61649:2008, *Weibull analysis*

IEC 62061:2005, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC 62430:2009, *Environmentally conscious design for electrical and electronic products*

IEC 62474:2012, *Material declaration for products of and for the electrotechnical industry*

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

2 Definitions

Replace, in the alphabetical list, the existing references to these terms, modified by Amendment 1, by the following new references:

Electronically controlled electromagnet	2.3.36
Maximum cross-section	2.3.35
Minimum cross-section	2.3.34
Multiple tip contact system	2.3.33

Replace, in the alphabetical list, the entry "Over-current discrimination" by the following new entry:

Over-current selectivity	2.5.23
--------------------------------	--------

Add, in the alphabetical list, the following new terms and references:

Flexible conductor	2.3.32
Individual enclosure	2.2.23
Insulation coordination barrier	2.1.23
Rated control circuit supply voltage	2.5.67
Rated control circuit voltage	2.5.66
Rigid conductor	2.3.31
Solid conductor	2.3.29
Solid insulation	2.1.22
Stranded conductor	2.3.30

2.1 General terms

Add, at the end of the existing subclause, the following new terms and definitions:

2.1.22

solid insulation

solid insulating material interposed between two conductive parts

2.1.23

insulation coordination barrier

solid insulating material that is not an integral part, provided for the purpose of increasing either creepage distances or clearance distances or both

2.2 Switching devices

Add, at the end of the existing subclause, the following new term and definition:

2.2.23

individual enclosure

enclosure designed and dimensioned to contain one equipment only

2.3 Parts of switching devices

Add, after the existing definition 2.3.28 added by Amendment 1, the following new terms and definitions and renumber the existing definitions 2.3.29 to 2.3.32 as 2.3.33 to 2.3.36 respectively:

2.3.29

solid conductor

conductor consisting of a single wire

NOTE 1 The solid conductor may be circular or shaped

NOTE 2 Solid conductor is defined as class 1 conductor in IEC 60228, or by IEC 60344, or equivalent AWG/kcmil.

[461-01-06, modified]

2.3.30

stranded conductor

conductor consisting of a number of wires, all or some of which are wound in a helix

NOTE Stranded conductor is defined as class 2 conductor in IEC 60228, or by IEC 60344, or equivalent AWG/kcmil.

[151-12-36, modified]

2.3.31

rigid conductor

solid or stranded conductor having wires of such diameters, or so assembled, that the conductor is not suitable for use in a flexible cable

2.3.32

flexible conductor

stranded conductor having wires of diameters small enough and so assembled that the conductor is suitable for use in a flexible cable

NOTE Flexible conductor is defined as class 5 or class 6 conductor in IEC 60228, or by IEC 60344, or equivalent AWG/kcmil.

[461-01-11, modified]

2.5 Characteristic quantities

2.5.23

over-current discrimination

Replace the existing term by the new following term:

over-current selectivity

Replace, in the existing note of this definition, the word “discrimination” by “selectivity”.

Delete the existing source “[441-17-15]”.

Add, after the existing definition 2.5.65, the following new terms and definitions:

2.5.66

rated control circuit voltage

U_c

rated voltage which is controlling the input signal of the control device

2.5.67

rated control circuit supply voltage

U_s

rated voltage applied to energize the power supply terminals of the control circuit

4 Characteristics

Add, in the existing table, the following new line:

Characteristic	Symbol	Subclause
Pole impedance of the switching device	Z	4.3.7

Replace, in the existing line “Rated conditional short-circuit current”, the symbol “–” by “ I_q ”, as follows:

Characteristic	Symbol	Subclause
Rated conditional short-circuit current	I_q	4.3.6.4

Replace the existing line “Rated control supply voltage” as follows:

Characteristic	Symbol	Subclause
Rated control circuit supply voltage	U_s	4.5.1

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

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

The rated short-time withstand current of an equipment is the value of short-time current, assigned to the equipment by the manufacturer, that the equipment can carry without damage, under the test conditions specified in the relevant product standard.

4.3.6.4 Rated conditional short-circuit current

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

4.3.6.4 Rated conditional short-circuit current (I_q)

Add, before the existing Subclause 4.4, the following new subclause:

4.3.7 Pole impedance of the switching device (Z)

The pole impedance may be stated by the manufacturer and is determined by measuring the voltage drop resulting from the current flowing through the pole.

4.5.1 Electrically or electronically controlled circuits

Replace the existing fourth dashed item, modified by Amendment 1, by the following new dash:

- rated control circuit supply voltage U_s (a.c., d.c.), where applicable;

Replace the existing Note 1 added by Amendment 1 by the following new note:

NOTE 1 Distinction is made between the rated control circuit voltage U_c and the rated control circuit supply voltage U_s which may be different from U_c due to the presence of built-in transformers, rectifiers, resistors, electronic circuitry, etc.

Delete the existing Note 2 added by Amendment 1.

Replace the existing paragraph after Note 2, added by Amendment 1, by the following new paragraph:

The correct operating conditions are based upon a value of the control circuit supply voltage not less than 85 % of its rated value U_s , with the highest value of control circuit current flowing, nor more than 110 % of its rated value.

5.1 Nature of information

Replace the existing eighteenth dashed item under "Characteristics" by the following new dash:

- control circuit supply voltage, kind of current and frequency, if different from those of the control coil;

Add, in the existing list "Characteristics" after the item "suitability for isolation", the following two new dashed items:

- pole impedance of the switching device (Z);
- material declaration as per Annex W;

5.3 Instructions for installation, operation and maintenance

Move the first sentence of the second existing paragraph to the end of the first paragraph.

Replace the second sentence of the second paragraph by the following new sentence:

For equipment only suitable in environment A (see 7.3.1), the manufacturer shall provide the following notice in documentation, available as information to potential customers and with the product for users:

Add, after the existing Subclause 5.3, the following new subclause:

5.4 Environmental information

Material declarations according to Annex W shall be provided if required by the relevant product standard.

6.1.1 Ambient air temperature

Replace, in the existing Note 1 "IEC 60439-1" by "IEC 61439 series".

7.1.2.2 Glow wire testing

Replace, in the existing note, "IEC 60695-2-2" by "IEC 60695-11-5".

Add, at the end of existing note, the following new sentence:

The needle flame test is used as an alternative test for addressing flame retardancy requirements for shipboard applications.

7.1.4 Clearances and creepage distances

Replace the existing text of this subclause by the following new three subclauses:

7.1.4.1 General

For equipment tested according to 8.3.3.4 of this standard, minimum values are given in Table 13 and Table 15.

Electrical requirements are given in 7.2.3.

In the other cases, guidance for minimum values is given in the relevant product standard.

NOTE Depending on the risk level (severity of harm and the probability of occurrence), the non-accessibility to hazardous-live parts is considered under normal service conditions (see 6.1) or under single-fault conditions (see 4.2 of IEC 61140:2001, 7.1.10 and Annex N).

7.1.4.2 Insulation coordination barriers for creepage distances

When solid insulation is used as an insulation coordination barrier to comply with required creepage distances, the material used shall comply with the glow wire requirements in 7.1.2.2 or the flammability requirements in 7.1.2.3.

7.1.4.3 Insulation coordination barriers for clearance distances

When solid insulation is used as an insulation coordination barrier to comply with required clearance distances and does not physically support or maintain the relative position of uninsulated parts involved, the barrier material shall comply with the glow wire requirements in 7.1.2.2 and shall conform to the glow-wire test requirements of 8.2.1.1.1 at a temperature of 650 °C or the AI values in Table M.2. Alternatively the material shall comply with the requirements in 7.1.4.2.

7.2.1.2 Limits of operation of power operated equipment

Replace, in the first existing paragraph, "control supply voltage" by "control circuit supply voltage".

Replace, in the existing paragraph, after the note, "rated control supply voltage" by "rated control circuit supply voltage".

Replace, in the first (one occurrence) and second dashed items (two occurrences) of the fifth existing paragraph, introduced by Amendment 1, "rated control supply voltage" by "rated control circuit supply voltage".

7.2.1.4 Limits of operation of shunt releases

Replace, in the existing paragraph, “rated control supply voltage” by “rated control circuit supply voltage”.

7.2.2.5 Control circuits

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

Digital inputs and/or digital outputs contained in switchgear and controlgear, and intended to be compatible with programmable logic controllers (PLCs) are covered by Annex S.

7.2.2.8 Other parts

Replace, in the existing text, “plastics and insulating materials” by “insulating parts”.

7.2.3.3 Clearances

Replace, in the second sentence of the second paragraph, “are higher than” by “are equal to or higher than”.

7.2.3.5 Solid insulation

Delete the last existing sentence of this subclause.

Add, at the end of this subclause, the following new note:

NOTE For more information on the design of solid insulation, see 5.3.1 of IEC 60664-1:2007.

Add, before the existing Subclause 7.3, the following new subclause:

7.2.8 Pole impedance

Where the pole impedance is given, it shall be tested according to 8.3.3.8.

7.3.3.1 Equipment not incorporating electronic circuits

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

The requirements for electromagnetic emissions for equipment not incorporating electronic circuits are deemed to be satisfied, and no verification is necessary.

NOTE For equipment not incorporating electronic circuits, electromagnetic disturbances can only be generated by equipment during occasional switching operations. The duration of the disturbances is less than 200 ms in accordance with CISPR 22.

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

7.3.3.2.1 Limits for high-frequency emissions

Replace the first three existing paragraphs of this subclause by the following new text and new note:

The high-frequency (greater than 9 kHz) continuous emissions from equipment incorporating electronic switching circuits shall not exceed the limits specified in the relevant product standard, based on CISPR 11 for environment A and for environment B.

NOTE One-time disturbances no longer than 200 ms need no further evaluation.

8.2 Compliance with constructional requirements

Replace, in the 4th existing dash of the list, "the mechanical properties of terminals" by "the mechanical and electrical properties of terminals".

8.2.4.1 General conditions for tests

Replace, in the second sentence, the reference to "IEC 60028" by "IEC 60228".

8.2.4.7 Electrical performance of screwless-type clamping units

Replace, in the existing Note 1 introduced by Amendment 1, the references "(2.3.30)" and "(2.3.31)" by "(2.3.24)" and "(2.3.35)" respectively.

Replace the existing Note 2 introduced by Amendment 1 by the following new note:

NOTE 2 For the largest cross-sectional area the test current generally applied is I_{th} or I_{the} declared for the product. For the smallest cross-sectional area, the test current is given in Table 4 and Table 5 of IEC 60947-1:2009.

8.2.4.8 Ageing test for screwless-type clamping units

Replace, in the existing Note 1 introduced by Amendment 1, the references "(2.3.30)" and "(2.3.31)" by "(2.3.34)" and "(2.3.35)" respectively.

Replace the existing Note 2 introduced by Amendment 1 by the following new note :

NOTE 2 For the largest cross-sectional area the test current generally applied is I_{th} or I_{the} declared for the product. For the smallest cross-sectional area, the test current is given in Table 4 and Table 5 of IEC 60947-1:2009.

8.3.2 General test conditions

Replace, in the existing note, "IEC 60439" by "IEC 61439 series".

8.3.2.1 General requirements

Delete the existing note.

8.3.2.2.3 Recovery voltage

Replace, in the existing Note 1, "system voltage" by "supply network voltage".

8.3.3.2.1 Power operated equipment

Replace, in the second existing paragraph, introduced by Amendment 1, "rated control supply voltage" by "rated control circuit supply voltage".

Replace the fifth existing paragraph added by Amendment 1 by the following new paragraph:

The value of the capacitor shall be

$$C = 30 + 200\,000 / (f \times U)$$

where

C is expressed in nF;

f is the minimum rated frequency expressed in Hz;

U is the maximum value of U_s expressed in V.

8.3.3.3.1 Ambient air temperature

Replace the second existing paragraph by the following new paragraph:

During the test, the ambient temperature shall be between +10 °C and +40 °C and shall not vary by more than 10 K. The ambient temperature shall not vary by more than 3 K during the last quarter of the test or the last hour of the test, whichever is the shorter. The test shall be conducted until this condition is achieved.

Delete the third existing paragraph of this subclause.

8.3.3.4.1 Type tests

Delete Note 2 in the existing item 1).

Renumber, in the existing item 1), "Note 3" and "Note 4" added by Amendment 1 as "Note 2" and "Note 3" respectively.

Replace, in the existing item 3) c), the text modified by Amendment 1 by the following new text and new note:

The test voltage shall be applied to for 60 s in accordance with items i), ii) and iii) of 2) c) above.

NOTE For devices already type-tested according to this standard and its Amendment 1 or earlier, a re-testing according to 60 s is not necessary.

Replace, in the existing item 6), the existing text "Under consideration" by "Equipment with d.c. ratings only shall be tested with d.c. test voltage".

Add, before the existing Subclause 8.3.4, the following new subclause:

8.3.3.8 Pole impedance

The pole impedance shall be determined during the test and with the conditions given in 8.3.3.3.4. The test in an enclosure is not deemed necessary even if the switching device can be used in an individual enclosure.

The voltage drop U_d shall be measured between the line and load terminals (terminals included) of the switching device using the same measuring points as for the temperature rise. The measurement shall be performed after a time sufficient for the temperature-rise to reach a steady-state value.

The impedance per pole is defined as follows:

$$Z = U_d / I_{th} [\Omega]$$

The declared value (see 5.1 modified by this Amendment 2), in the case of multiple identical poles, shall be the average value obtained from the tests.

Care should be taken that voltage drop measurement does not significantly affect the temperature rise nor affect significantly the impedance.

NOTE The method is the same irrespective of the number of poles of the switching device.

8.4 Tests for EMC

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

Emission and immunity tests are type tests and shall be carried out using the manufacturer's instructions for installation in accordance with the reference EMC standards.

The product standard shall specify any particular test condition (e.g. use of an enclosure) and additional measures necessary to verify the performance criteria of the product (e.g. application of dwell times).

Add, before the existing Subclause 8.4.2, the following new subclause:

8.4.1.2.9 Harmonics in the supply

Under consideration.

Table 1 – Standard cross-sections of round copper conductors and approximate relationship between mm² and AWG/kcmil sizes

Replace, in the existing title of this table, "Standard" by "Nominal" and in the header of this table "Rated" by "Nominal".

Table 3 – Temperature-rise limits of accessible parts (see 7.2.2.2 and 8.3.3.4)

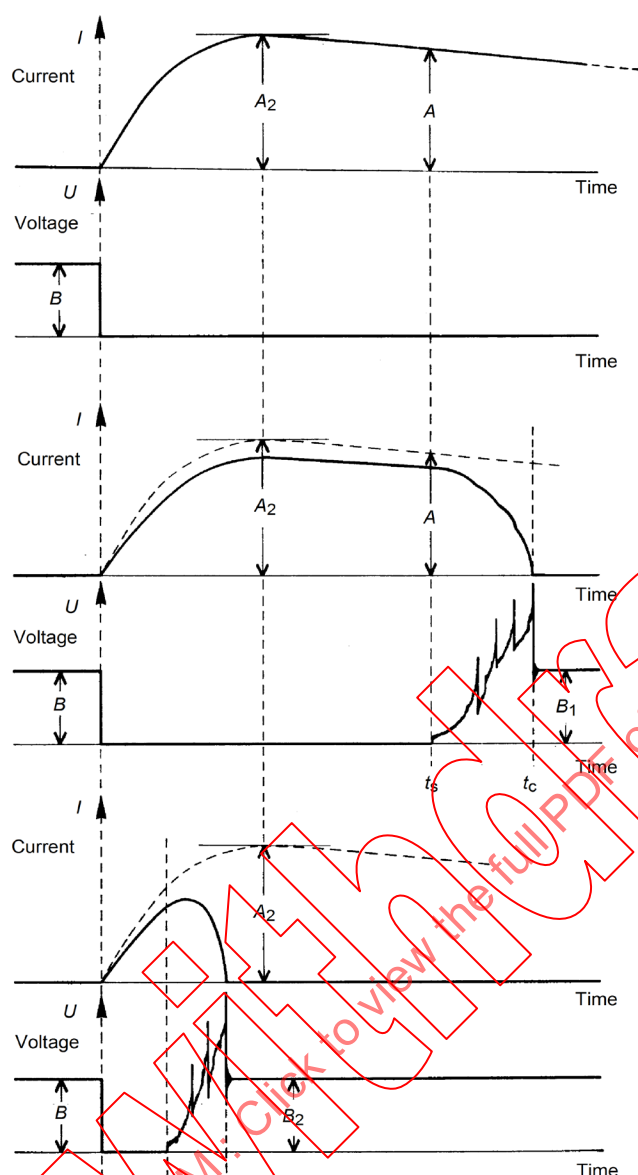
In order to delete the reference to footnote b, replace the headline "Parts which need not be touched during normal operation ^b:" by "Parts which need not be touched during normal operation".

Table 4 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals

Replace, in the existing title of this table, "(see 8.3.2.1, 8.2.6 and 8.2.6.2)" by "(see 8.2.4.2 and 8.3.2.1)".

Figure 14 – Verification of short-circuit making and breaking capacities on d.c.

Replace the existing figure by the following new figure (addition of "A₂" in Figure 14b):



a) Calibration of the circuit

Prospective peak making
current = A_2

**b) Oscillogram corresponding to
a break after the current has
passed its maximum value**

Short-circuit breaking capacity:
Current $I = A$ at voltage $U = B_1$

Short-circuit making capacity:
Current $I = A_2$ at voltage $U = B$

**c) Oscillogram corresponding to a
break before the current has
reached its maximum value**

Short-circuit breaking capacity:
Current $I = A_2$ at voltage $U = B_2$

Short-circuit making capacity:
Current $I = A_2$ at voltage $U = B$

IEC

Table 12A – Dielectric test voltage corresponding to the rated insulation voltage

Replace the existing footnote ^b of this table by the following new footnote:

^b Test voltages based on 6.1.3.4.1, fifth paragraph, of IEC 60664-1:2007.

**Annex A – Examples of utilization categories for low-voltage switchgear and
controlgear**

Replace the existing title and text of this annex by the following:

Annex A (informative)

Harmonisation of utilization categories for low-voltage switchgear and controlgear

The IEC 60947 series contains different parts specifying requirements for different types of low-voltage switchgear. Standards for products covered by the IEC 60947 series have been developed at different periods of time and by various working groups. It results in many utilization categories for similar applications in the IEC 60947 series.

The objective of this annex is to give the harmonisation framework for the low-voltage switchgear and controlgear as given in Table A.1. A future objective under consideration is to specify a common set of requirements for testing of the products from different parts of the IEC 60947 series.

The intended benefits are to:

- simplify the standards by bringing all similar categories together under one common set of categories;
- help the user in the selection of equipment for specific applications.

Table A.1 – Utilization categories used in the IEC 60947 series

Nature of current	Category		Typical switched load	Relevant IEC product standard
	Proposed ^c	Present ^d		
a.c.	AC-20	AC-20	No-load condition	IEC 60947-3:2008, Amd 1 (2012)
	AC-21	AC-21	Resistive loads, including moderate overloads	
	AC-22	AC-22	Mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads	
	AC-23	AC-23	Motor loads or other highly inductive loads	
	AC-1	AC-1	Non-inductive or slightly inductive loads	IEC 60947-4-1:2009, Amd 1 (2012)
	AC-2	AC-2	Slip-ring motors or switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads	
	AC-3	AC-3	Squirrel-cage motors	
	AC-4	AC-4	Squirrel-cage motors: plugging ^a , inching ^b	
	AC-5a	AC-5a	Discharge lamp ballasts	
	AC-5b	AC-5b	Incandescent lamps	
	AC-6a	AC-6a	Transformers	
	AC-6b	AC-6b	Capacitor banks	
	AC-8	AC-8a	Hermetic refrigerant compressor	
	AC-8	AC-8b		
	AC-2a	AC-52a	Slip ring motor stators: 8 h duty with on-load currents for start, acceleration, run	IEC 60947-4-2:2011
	AC-2b	AC-52b	Slip ring motor stators: intermittent duty	
	AC-3a	AC-53a	Squirrel-cage motors: 8 h duty with on-load currents for start, acceleration, run	
	AC-3b	AC-53b	Squirrel-cage motors: intermittent duty	
	AC-8a	AC-58a	Hermetic refrigerant compressor motors with automatic resetting of overload releases: 8 h duty with on-load currents for start, acceleration, run	

Nature of current	Category		Typical switched load	Relevant IEC product standard
	Proposed ^c	Present ^d		
a.c.	AC-8b	AC-58b	Hermetic refrigerant compressor motors with automatic resetting of overload releases: intermittent duty	IEC 60947-4-3:1999 Amd 1 (2006) Amd 2 (2011)
	AC-1	AC-51	Non-inductive or slightly inductive loads	
	AC-5a	AC-55a	Discharge lamps ballast	
	AC-5b	AC-55b	Incandescent lamps	
	AC-6a	AC-56a	Transformers	
	AC-6b	AC-56b	Capacitor banks	IEC 60947-5-1:2003 Amd 1 (2009)
	AC-12	AC-12	Resistive loads and solid-state loads with isolation by optocouplers	
	AC-13	AC-13	Solid-state loads with transformer isolation	
	AC-14	AC-14	Small electromagnetic loads	
	AC-15	AC-15	a.c. electromagnetic loads	IEC 60947-5-2:2007 Amd 1 (2012)
	AC-12	AC-12	Resistive loads and solid state loads with optical isolation	
	AC-140	AC-140	Small electromagnetic loads with holding (closed) current ≤ 0,2 A, e.g. contactor relays	IEC 60947-6-1:2005
	AC-1	AC-31	Non inductive or slightly inductive loads	
	AC-2	AC-32	Slip-ring motors or switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads	
	AC-3	AC-33	Squirrel-cage motors	
	AC-5a	AC-35	Discharge lamp ballast	
	AC-5b	AC-36	Incandescent lamps	IEC 60947-6-2:2002 Amd 1 (2007)
	AC-40	AC-40	Distribution circuits comprising mixed resistive and reactive loads having a resultant inductive reactance	
	AC-1	AC-41	Non-inductive or slightly inductive loads	
	AC-2	AC-42	Slip-ring motors or switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads	
	AC-3	AC-43	Squirrel-cage motors	
	AC-4	AC-44	Squirrel-cage motors: plugging ^a , inching ^b	
	AC-5a	AC-45a	Discharge lamp ballasts	
	AC-5b	AC-45b	Incandescent lamps	IEC 61095:2009
	AC-7a	AC-7a	Slightly inductive loads for household appliances and similar applications	
	AC-7b	AC-7b	Motor-loads for household applications	IEC 60947-3:2008, Amd 1 (2012)
	DC-20	DC-20	Connecting and disconnecting under no-load conditions	
	DC-21	DC-21	Resistive loads, including moderate overloads	
	DC-22	DC-22	Mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads (e.g. shunt motors)	
	DC-23	DC-23	Highly inductive loads (e.g. series motors)	IEC 60947-4-1:2009, Amd 1 (2012)
	DC-1	DC-1	Non-inductive or slightly inductive loads	
	DC-3	DC-3	Shunt-motors	
	DC-5	DC-5	Series-motors	
	DC-6	DC-6	Incandescent lamps	IEC 60947-5-1:2003 Amd 1
	DC-12	DC-12	Control of resistive loads and solid-state loads with isolation by optocouplers	
	DC-13	DC-13	Control of electromagnets	

Nature of current	Category		Typical switched load	Relevant IEC product standard (2009)
	Proposed ^c	Present ^d		
	DC-14	DC-14	Control of electromagnetic loads having economy resistors in circuit	IEC 60947-5-2:2007 Amd 1 (2012)
	DC-12	DC-12	Control of resistive loads and solid state loads with optical isolation	
	DC-13	DC-13	Control of electromagnets	
	DC-1	DC-31	Non-inductive or slightly inductive loads	IEC 60947-6-1:2005
	DC-3	DC-33	Shunt-motors	
	DC-6	DC-36	Incandescent lamps	
	DC-40	DC-40	Distribution circuits comprising mixed resistive and reactive loads having a resultant inductive reactance	IEC 60947-6-2:2002 Amd 1 (2007)
	DC-1	DC-41	Non-inductive or slightly inductive loads	
	DC-3	DC-43	Shunt-motors	
	DC-5	DC-45	Series-motors Incandescent lamps	
	DC-6	DC-46	Incandescent lamps	
^a By plugging is understood stopping or reversing the motor rapidly by reversing motor primary connections while the motor is running.				
^b By inching (jogging) is understood energizing a motor once or repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism.				
^c Utilization categories intended to be harmonized throughout product standards in their future editions.				
^d Present utilization category as defined in the referred edition of the product standard in the last column until it is changed to the proposed utilization category.				

Annex K – Vacant

Replace the existing title and text of this annex by the following:

Annex K (normative)

Procedure to determine reliability data for electromechanical devices used in functional safety applications

K.1 General

K.1.1 Overview

Provision of these data is optional, at the discretion of the manufacturer.

K.1.2 Scope and object

This annex specifies procedures for the provision of specific data characterising the performance of electromechanical devices in functional safety applications for high demand or continuous mode of operation as defined in IEC 61508.

This method is not applicable to electronic parts.

NOTE 1 Non electromechanical devices should refer to IEC 61508-6 for guidance on the calculation of the probability of failure ratio. Failure rate of electronic parts should be evaluated with reliability data handbook for example IEC/TR 62380.

NOTE 2 The use of reliability data according to this annex is not appropriate for low demand applications. Low demand mode of operation is under consideration.

These data are required by functional safety standards including IEC 61508 series, IEC 62061, ISO 13849-1.

The product standard shall define the function(s) and the failure modes that will be considered.

K.1.3 General requirements

The specific data for functional safety shall be obtained with this procedure.

The procedure is based on statistical analysis of test results in order to generate reliability data.

The requirements of this annex may be further specified by the relevant product standard in terms of relevant tests, failure modes and their ratios.

The confidence level related to failure rate calculation during the useful life of the device shall be at least 60 %.

NOTE The parameters associated with the reliability data are chosen for being consistent with those of other products also used in functional safety applications.

The statistical data obtained according to this annex are valid only during the useful life of the device.

In this annex, to keep statistical consistency, the term "time" can refer to the number of operation cycles.

This annex does not consider replacement of parts of the devices during test and application.

K.2 Terms, definitions and symbols

K.2.1 Terms and definitions

K.2.1.1

reliability (performance)

ability of an item to perform a required function under given conditions for a given time interval

[191-02-06, modified]

K.2.1.2

useful life

under given conditions, the time interval beginning at a given instant of time, and ending when the failure rate becomes unacceptable

NOTE The useful life may be expressed in number of operations.

K.2.1.3

constant failure rate period

that period, if any, in the life of a non-repaired item during which the failure rate is approximately constant

[191-10-09]

K.2.1.4

overall lifetime

lifetime of the device which should not be exceeded in order to maintain the validity of the estimated failure rates due to random hardware failures

NOTE 1 Overall lifetime covers also periods of non-use e.g. storage. The overall lifetime is expressed in number of years.

NOTE 2 It corresponds to T_1 according to IEC 62061 and to T_M according to ISO 13849-1.

K.2.1.5

censoring

termination of the test after either a certain number of failures or a certain time at which there are still items functioning

K.2.1.6

suspension

situation in which an item that either has not failed or has not failed in the manner under investigation, i.e. failed due to some other cause, is removed from test

K.2.1.7

no-make-break-current utilization

conditions in which the switching device makes and breaks without load

K.2.1.8

time to failure

operating time accumulated from the first use, or from restoration, until failure

NOTE The time to failure may be expressed in number of operations.

K.2.2 Symbols

n number of samples tested

r number of failures

t	number of operating cycles
η	Weibull characteristic life or scale parameter
β	Weibull shape parameter
c	number of operations per hour
λ_u	assessed failure rate (upper limit) at confidence level of 60 % expressed in per operation
λ	failure rate expressed in per hour
λ_D	dangerous failure rate expressed in per hour
r^2	coefficient of determination

K.3 Method based on durability test results

K.3.1 General method

In order to address random hardware failure the method is based on results given by continuous monitoring of the devices under the appropriate durability test.

K.3.2 Test requirements

The test environment shall be in accordance with Clause 6 and any related requirements from the relevant product standard.

Mechanical durability shall be determined in accordance with 7.2.4.3.1. For the no-make-break-current utilization the mechanical durability is applicable.

Electrical durability shall be determined in accordance with 7.2.4.3.2 using the utilization category defined by the product standard or as stated by the manufacturer.

K.3.3 Number of samples

The number of samples to be tested has to be chosen as a matter of engineering judgment according to IEC 61649 and IEC 60300-3-5.

NOTE This determination of number of samples should take into account the statistical method (see Clause 4 of IEC 61649:2008) and the uncertainty of the confidence level of the reliability data to be obtained.

K.3.4 Characterization of a failure mode

If not otherwise specified by the relevant product standard or the manufacturer, the occurrence of one or more of the failure modes listed in Table K.1 shall lead to the conclusion of the test for that sample. These data shall be recorded.

NOTE The attainment of the specified number of operating cycles given by the manufacturer may also lead to the conclusion of the test (censoring or suspension of tests). Nevertheless a sufficient number of failures should be recorded in order to enable the statistical analysis.

Table K.1 – Failure modes of devices

Failure modes	Characteristics for a switching contact
Failure to open	current remaining in one or more poles after the time for normal opening operation
Failure to close	no current in one or more poles after the normal time to close
Insulation failure	insulation failure between two poles or between any pole and any adjacent conductive parts that result in the loss of a safety function

K.3.5 Weibull modelling

K.3.5.1 Evaluation of data

For the determination of the Weibull characteristic life or scale parameter, the Weibull shape parameter and the failure rates proven statistical software or spreadsheet solutions are available. The following describe the necessary steps.

K.3.5.2 Modelling method

The reliability data are obtained by modelling the test result data with the Weibull distribution according to IEC 61649.

The median rank regression (MRR) shall be used if the number of failures is equal or less than 20. If the number of failures is greater than 10, the maximum likelihood estimation (MLE) method can be used to get the point estimates of the distribution parameters β and η . The Kolmogorov-Smirnov goodness-of-fit test (H) with the Fisher distribution (F_γ) at $\gamma = 60\%$ shall be checked with Equation (K.1) to validate the result data:

$$H \geq F_\gamma(2\lfloor(r-1)/2\rfloor, 2\lfloor r/2\rfloor) \quad (\text{K.1})$$

where the symbol $\lfloor x \rfloor$ is used to denote the greatest integer less than or equal to x .

NOTE 1 IEC 61649 provides details and examples of calculation.

NOTE 2 In the case the numbers of failures is between 10 and 20 it is advisable to evaluate with the MRR and the MLE. The more severe result should be taken.

If a test is terminated at a specified time, T , before all items have failed, then the data are said to be time censored. An item on test that has not failed by the failure mode in question is a suspension. Normally, suspensions are included in the analysis by adjustment of the ranking. However this Annex provides a method for the estimation of Weibull parameters that is simplified by the omission of suspensions. Further discussion of censoring and suspension is covered in IEC 60300-3-5 and associated computations are covered by IEC 61649.

NOTE 3 IEC 61649 give further guidance for the evaluation with a spreadsheet.

K.3.5.3 Median rank regression

Median Rank Regression (MRR) is the preferred method for estimating the parameters of the distribution using linear regression techniques with the variables being the median rank and operation cycle.

If a table of median ranks and a means to calculate median ranks using the Beta distribution is not available, Bernard's approximation, Equation (K.2), may be used where:

$$F_i = \frac{(i-0,3)}{(N+0,4)} \times 100\% \quad (\text{K.2})$$

where N is the sample size and i is the ranked position of the data item of interest.

NOTE 1 This equation is mostly used for $N \leq 30$; for $N > 30$ the correction of the cumulative frequency can be neglected: $F_i = (i/N) \times 100\%$.

Small sample size makes it difficult to gauge the goodness-of-fit. The coefficient of determination is the most commonly used for checking the Weibull distribution. This shall be calculated using Equation (K.3):

$$r^2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n} \right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n(\bar{x})^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n(\bar{y})^2 \right)} \quad (\text{K.3})$$

where (x_i) and (y_i) , $i=[1..n]$ are the median ranks and the failure time respectively

r^2 is the proportion of variation in the data that can be explained by the Weibull hypothesis. The closer this is to 1, the better the data are fitted to a Weibull distribution; the closer to 0 indicates a poor fit.

The following are the steps to plot data sets.

- first, rank the times in operation cycle from earliest to latest;
- use Bernard's approximation (Equation (K.2)) to calculate the median ranks;
- plot the failure times (x) versus the median ranks F_i (y) on 1×1 Weibull paper or log-log paper to derive x_{ln} and y_{ln} ;
- calculate a straight regression function to get the equation for the line

$$y_{ln} = \hat{\beta} x_{ln} + b \quad (\text{K.4})$$

- calculate

$$\hat{\eta} = e^{\left(\frac{b}{\hat{\beta}} \right)}; \quad (\text{K.5})$$

- plot the regression line on the graph to verify the fit.

NOTE 2 Normally for an electromechanical devices, $\hat{\beta}$ is greater or equal to 1.

K.3.6 Useful life and upper limit of failure rate

K.3.6.1 Numerical method

Assuming a constant failure rate, the useful life is determined as the lower confidence level of the number of cycles by which 10 % of the device population will have failed ($B_{10|LowerLimit}$).

For 20 or fewer data points, with or without censoring times, the Weibull parameters $\hat{\beta}$ and $\hat{\eta}$ obtained with Median Rank Regression (MRR) in K.3.5.3 shall be used.

K.3.6.2 Point estimate of the fractile (10 %) of the time to failure

Compute $\hat{B}_{10}$ using Equation (K.6), the point estimate of B_{10} , the time by which 10 % of the population will have failed:

$$\hat{B}_{10} = \hat{\eta} \left[\ln \left(\frac{1}{0,9} \right) \right]^{1/\hat{\beta}} \quad (\text{K.6})$$

K.3.6.3 Useful life

Compute the lower $(1 - \gamma)100$ % confidence level of B_{10} using Equations (K.7), (K.8), (K.9) and (K.10):

$$h_1 = \ln [-\ln(0,9)] \quad (\text{K.7})$$

$$\delta_1 = \frac{-A_6 x^2 - r h_1 + x \sqrt{(A_6^2 - A_4 A_5) x^2 + r A_4 + 2 r h_1 A_6 + r A_5 h_1^2}}{r - x^2 A_5} \quad (\text{K.8})$$

where

$$x = u_\gamma$$

is the γ fractile of the normal distribution. Unless otherwise specified by the manufacturer, a 60 % lower confidence level shall be used (hence $\gamma = 0,4$ and $u_\gamma = 0,2533$).

A_4 , A_5 and A_6

are computed as follows, using the ratio $q = r/n$:

$$A_4 = 0,49q - 0,134 + 0,622 q^{-1};$$

$$A_5 = 0,2445 (1,78 - q) (2,25 + q);$$

$$A_6 = 0,029 - 1,083 \ln (1,325q).$$

NOTE For further reference, see 10.4 and 10.5 of IEC 61649:2008.

$$Q_1 = e^{\left(-\frac{\delta_1 + h_1}{\hat{\beta}} \right)} \quad (\text{K.9})$$

$$B_{10|LowerLimit} = Q_1 \hat{B}_{10} \quad (\text{K.10})$$

This value of $B_{10|LowerLimit}$ is considered as the useful life.

K.3.6.4 Upper limit of failure rate

The upper limit of failure rate per operation is given by the following Equation (K.11):

$$\lambda_u = \frac{-\ln(0,9)}{B_{10|LowerLimit}} \approx \frac{1}{10 \times B_{10|LowerLimit}} \quad (\text{K.11})$$

K.3.7 Reliability data

The resulting reliability data from the previous evaluations are:

- failure rate per operation: λ_u .
- useful life value = $B_{10|lowerLimit}$

For a given application where the number of operation per hour c is lower than the maximum switching rate, the failure rate, λ , expressed in “per hour”, is given by the failure rate, expressed in “per operation”, λ_u , multiplied by c :

$$\lambda = \lambda_u \times c \quad (\text{K.12})$$

The value for F (ratio between dangerous failures and total failures) for each of the failure modes of Table K.1 is defined by the relevant product standard. When this is available and relevant it shall be used for the evaluation of the dangerous failure rate.

If it can be shown that it is not relevant due to device design characteristics, the manufacturer can determine the value for F by analysis and the evaluation of the statistical data of the failure modes obtained during the tests. In this case the minimum percentage allowed for the value of F shall be 20 %.

In the case where no data are available in the product standard and it is not possible or practicable by these methods to determine the value for F , 50 % of the failures should be selected.

$$\lambda_D = \lambda \times F \quad (\text{K.13})$$

NOTE B_{10} values can be used to provide B_{10D} values:

$$B_{10D} = \frac{B_{10|LowerLimit}}{F}$$

K.4 Data information

A set of reliability data of the product shall include a combination of the following characteristics where relevant:

- failure rate per operation λ_u (see K.3.7);
- useful life (see K.3.6.3);
- confidence level if different from 60 %;
- no-make-break-current or utilization category;
- maximum switching rate;
- maximum voltage if different from U_e ;
- maximum operational current for the specified utilization category, if different from I_e ;
- overall life time = 20 years unless otherwise specified by the manufacturer;

NOTE The overall life time of 20 years is generally used as a statistical reference for reliability analysis.

- environment conditions if different from the normal conditions.

Examples are given in K.5.1 to K.5.3.

K.5 Example

K.5.1 Test results

A total of 15 devices ($n = 15$) have been tested at the same time until all have failed. The 15 times to failure ($r = 15$) are ordered with i in the Table K.2.

Table K.2 – Example of 15 sorted ascending times to failure of contactors

i	Cycles t_i
1	1 000 000
2	1 250 000
3	1 400 000
4	1 550 000
5	1 650 000
6	1 750 000
7	1 850 000
8	1 950 000
9	2 050 000
10	2 150 000
11	2 280 000
12	2 420 000
13	2 500 000
14	2 700 000
15	2 800 000

K.5.2 Weibull distribution and median rank regression

The calculation of median ranks gives the following results:

Table K.3 – Example median rank calculation

<i>i</i>	Cycles t_i	Median ranks
1	1 000 000	4,5 %
2	1 250 000	11,0 %
3	1 400 000	17,5 %
4	1 550 000	24,0 %
5	1 650 000	30,5 %
6	1 750 000	37,0 %
7	1 850 000	43,5 %
8	1 950 000	50,0 %
9	2 050 000	56,5 %
10	2 150 000	63,0 %
11	2 280 000	69,5 %
12	2 420 000	76,0 %
13	2 500 000	82,5 %
14	2 700 000	89,0 %
15	2 800 000	95,5 %

The coefficient of determination $r^2 = 0,998$. This value, close to 1, indicates a good fit to a Weibull distribution.

The linear regression with two natural logarithm scales gives: $y = 3,908 x - 57$.

From this equation, the distribution parameters can be derived: $\hat{\beta} = 3,908$ and $\hat{\eta} = 2\,149\,131$.

The fitting result obtained by MRR gives the assurance of a good Weibull distribution (see Figure K.1).

K.5.3 Useful life and failure rate

To calculate the lower confidence level of the number of cycles by which 10 % of the contactors will have failed, this example follows K.3.5.

The point estimate $\hat{B}_{10} = 1\,212\,879$

The factor $Q_1 = 0,960\,1$ and $B_{10|lowerLimit} = 1\,164\,541$

Finally, the upper limit of the failure rate $\lambda_u = 9,05 \times 10^{-8}$

The result of this numerical method is illustrated by the Figure K.1.

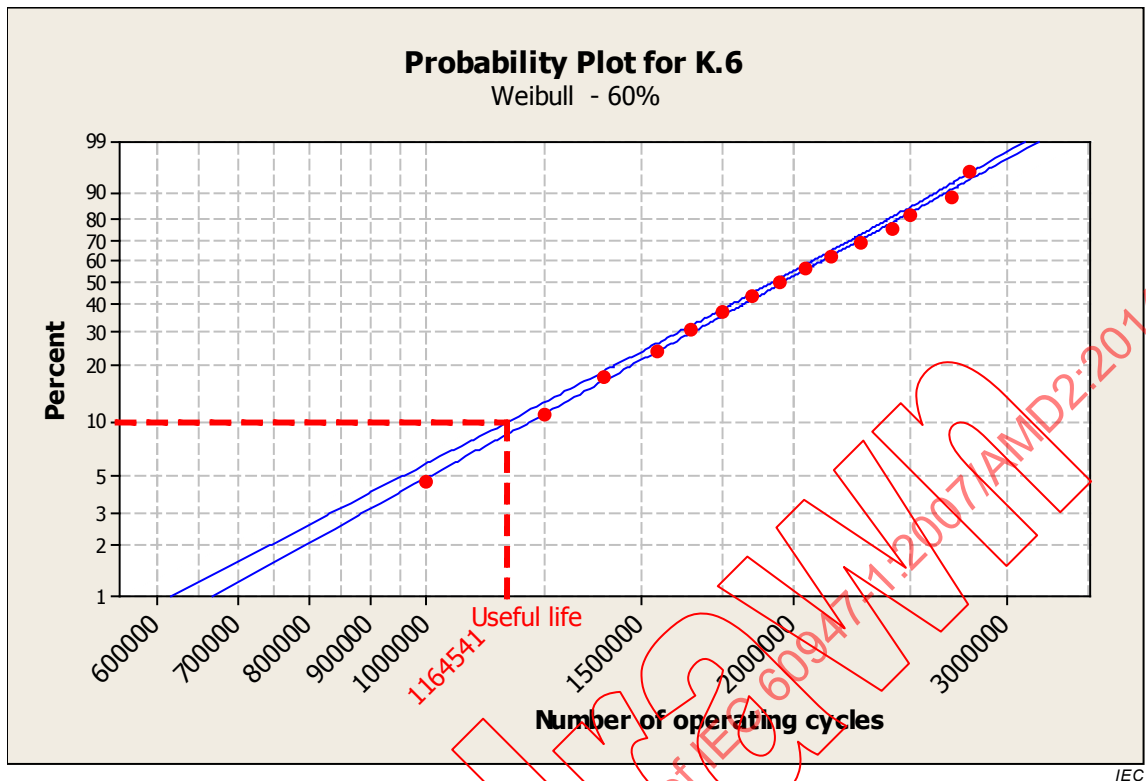


Figure K.1 – Plot of Weibull median rank regression

Annex N – Requirements and tests for equipment with protective separation

N.3.1 General

Delete, in the first sentence of the first dashed item, the word “only”.

Add, at the end of the existing text of this subclause, the following new note:

NOTE Double insulation may also be appropriate for parts accessible outside of the enclosure of the equipment, as for example HMI accessories.

N.3.2.2 Clearances

Replace, in the existing first sentence “given in 3.1.5 of IEC 60664-1” by “given in 5.1.6 of IEC 60664-1:2007.”

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

Annex O – Environmental aspects

Replace the existing title and text of this annex by the following:

Annex O (informative)

Environmentally-conscious design

O.1 General

Every product has an effect on the environment, which may occur at any or all stages of its life cycle – raw-material acquisition, manufacture, distribution, use, maintenance, re-use and end of life. These effects may range from slight to significant; they may be short-term or long-term; and they may occur at the local, national, regional or global level (or a combination thereof).

The widespread use of electrical and electronic products has drawn increased awareness to their environmental impacts. As a result, legislation, as well as market-driven requirements for environmentally conscious design, is emerging.

The continuous introduction of new products and materials can make evaluation increasingly complex, since additional data shall be gathered to assess the life-cycle impacts of such new products and materials. The gathered data has to be used as a basis for improvement of the products with respect to environmental impacts. Life-Cycle Assessment (LCA) and environmentally conscious design (ECD) principles provide instruments that may be useful in this respect.

The goal of LCA and ECD is the reduction of adverse environmental impacts of a product throughout its entire life cycle. This can involve balancing the environmental aspects of the product with other factors, such as its intended use, performance, cost, safety, marketability, and quality and choosing methods to meet legal and regulatory requirements in an environmentally conscious way. In striving for this goal, multiple benefits can be achieved for the organization, its customers and other stakeholders. The consideration of environmental aspects particularly in the very early stage of the product design process can contribute to cost reduction and to better marketability. Environmentally conscious design is not a separate design activity; rather it is an integral part of the existing design process. The "design" in this context includes the activities associated with the processes of product planning, development and decision making as well as the creation of policies within the organization.

ECD is intended to be used by all those involved in the design and development of electrical and electronic products. This includes all parties in the supply chain regardless of organization type, size, location and complexity. It is applicable for all types of products, new as well as modified. Sector-specific documents may be developed to address needs not covered in this document. The use of this annex as a base reference is encouraged so as to ensure consistency throughout the electrotechnical sector.

This annex provides a set of requirements for the process of environmentally conscious design reflecting the contents of IEC 62430.

O.2 Scope of this annex

This annex specifies requirements and procedures to integrate environmental aspects into design and development processes of products of IEC 60947 series, including combination of products, and the materials and components of which they are composed (hereafter referred to as products), by the process of environmental conscious design (ECD).

NOTE 1 The existence of this annex does not preclude particular product sectors of the IEC 60947 series from generating their own, more specific, standards or guidelines. Where such documents are produced it is recommended that they use this annex or the IEC 62430 standard as the reference in order to ensure consistency throughout the electrotechnical sector.

The term environment, as used in this annex, differs from the term as used in the IEC publications dealing with the impact of environmental conditions on electrotechnical products.

NOTE 2 Regarding the impacts of environmental conditions on the performance of products, reference is made to IEC 60068 series, IEC 60721 series and IEC Guide 106.

O.3 Terms and definitions

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

O.3.1

design and development

activities that take an idea or requirement and transform these into a product

NOTE The process of design and development usually follows a series of defined steps starting with an initial idea, transforming that into a formal specification, and resulting in the creation of a working prototype and whatever documentation is required to support production of the goods or provision of the service.

[IEC 62430:2009, 3.1]

O.3.2

environment

surroundings in which an organization operates, including air, water, land, natural resources, flora, fauna, humans and their interrelation

NOTE Surroundings in this context extend from within an organization to the global system.

[ISO 14001:2004, 3.5]

O.3.3

environmental aspect

element of an organization's activities or products that can interact with the environment

NOTE A significant environmental aspect has or can have a significant environmental impact.

[IEC 62430:2009, 3.3]

O.3.4

environmental impact

any change to the environment, whether adverse or beneficial, wholly or partly resulting from an organization's environmental aspects

[ISO 14001:2004, 3.7]

O.3.5

environmental parameter

quantifiable attribute of an environmental aspect

EXAMPLE Environmental parameters include the type and quantity of materials used (mass, volume), power consumption, emissions, rate of recyclability, etc.

[IEC 62430:2009, 3.5]

O.3.6

environmentally-conscious design

ECD

systematic approach which takes into account environmental aspects in the design and development process with the aim to reduce adverse environmental impacts

[IEC 62430:2009, 3.6]

O.3.7

environmentally conscious design tool

formalized method which facilitates qualitative or quantitative analysis, comparison and/or solution finding during the ECD process

[IEC 62430:2009, 3.7]

O.3.8

life cycle

consecutive and interlinked stages of a product system, from raw material acquisition or generation from natural resources to the final disposal

[ISO 14040:2006, 3.1]

O.3.9

life cycle assessment

LCA

compilation and evaluation of the inputs, outputs and the potential environmental impacts of a product system throughout its life cycle

[ISO 14040:2006, 3.2]

O.3.10

life cycle stage

element of a life cycle

NOTE 1 The phrase 'life cycle phase' is sometimes used interchangeably with 'life cycle stage'.

NOTE 2 Examples of life cycle stages are: Raw material acquisition and production; manufacturing; packaging and distribution; installation and use, maintenance and upgrading; and end of life.

[IEC 62430:2009, 3.10]

O.3.11

life cycle thinking

LCT

consideration of all relevant environmental aspects during the entire life cycle of products

[IEC 62430:2009, 3.11]

O.3.12

organization

group of people and facilities with an arrangement of responsibilities, authorities and relationships

[IEC 62430:2009, 3.12]

O.3.13

process

set of interrelated or interacting activities which transform inputs into outputs

NOTE 1 Inputs to a process are generally outputs of other processes.

NOTE 2 Processes in an organization are generally planned and carried out under controlled conditions to add value.

[IEC 62430:2009, 3.13]

O.3.14

product

any goods or service

NOTE This includes interconnected and / or interrelated goods or services.

[IEC 62430:2009, 3.14]

O.3.15

product category

group of technologically or functionally similar products where the environmental aspects can reasonably be expected to be similar or can be derived through a certain ratio over some functional aspect of the products (e.g. product weight or performance range)

[IEC 62430:2009, 3.15, modified]

O.3.16

stakeholder

individual, group or organization that has an interest in an organization or activity

NOTE Usually a stakeholder can affect or is affected by the organization or the activity.

[IEC 62430:2009, 3.16]

O.3.17

recycling

reprocessing in a production process of the waste materials for the original purpose or for other purposes but excluding energy recovery

[IEC Guide 109:2012, 3.16, modified]

O.3.18

recyclability

property of a substance or a material and parts/products made thereof that makes it possible for them to be recycled

NOTE The recyclability of a product is not only determined by the recyclability of the materials it contains. Product structure and logistics are also very important factors.

[IEC Guide 109:2012, 3.15, modified]

O.3.19

end of life

EOL

state of a product when it is finally removed from its intended use or original purpose

[IEC Guide 109:2012, 3.1, modified]

O.3.20

energy recovery

use of combustible waste as a means to generate energy through direct incineration with or without other waste but with recovery of the heat

[IEC Guide 109:2012, 3.2, modified]

O.4 General considerations

It should be checked that consideration of the following points always leads to a reduction of the adverse environmental impact of the product throughout its life cycle:

- material conservation;
- efficient use of energy and resources;
- reduction of emissions and waste;
- minimum material content of product (including packaging material);
- decreasing the number of different materials;
- substitution or reduction in use of hazardous substances;
- re-use/refurbishing of subassemblies or components;
- possibility of technical upgrading;
- design for maintainability, disassembly and recyclability;
- surface coating or other material combinations enhancing recyclability;
- marking;
- adequate environmental instruction/information for the user.

This leads to the implementation of an adequate process for consideration of the environmental impact of the products. The process should reflect the standardized principle of environmental conscious design based on life cycle thinking.

Clause O.5 describes the fundamental requirements of ECD to be implemented by the organization. Clause O.6 describes the ECD process to be implemented on an operational basis.

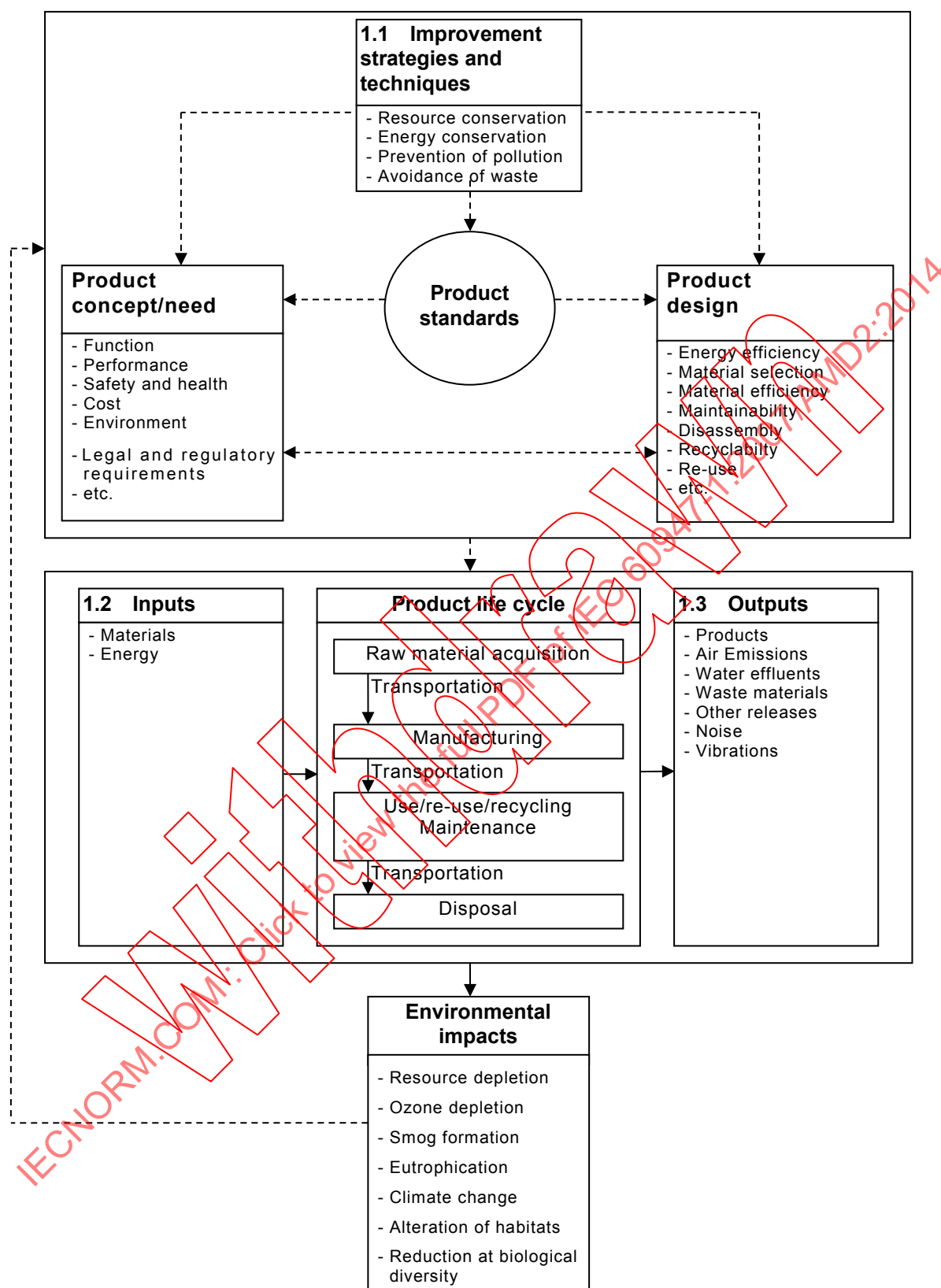


Figure O.1 – Conceptual relationship between provisions in product standards and the environmental impacts associated with the product during its life cycle

O.5 Fundamentals requirements of environmentally conscious design (ECD)

Environmentally conscious design shall be based on the concept of life cycle thinking (LCT), which requires consideration during the design and development process of the significant environmental aspects of a product in all life cycle stages.

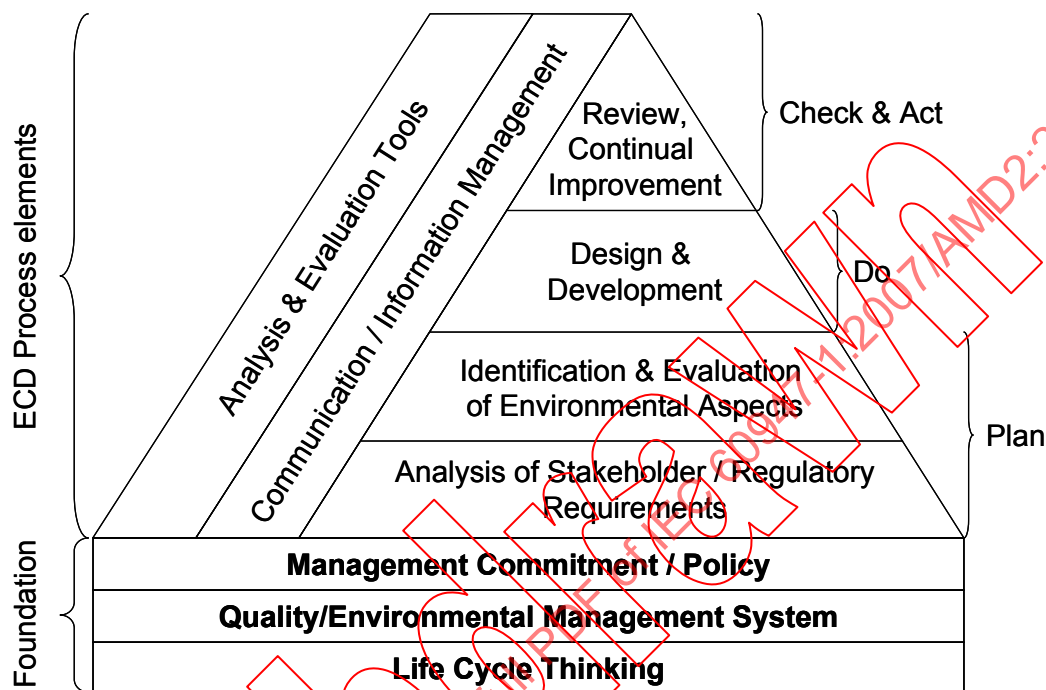


Figure O.2 – Overview of ECD process

Key elements of life cycle thinking are:

- having an objective to minimize the overall adverse environmental impact of the product;
- identifying, qualifying and where feasible, quantifying the significant environmental aspects of the product;
- considering the trade-offs between environmental aspects and life cycle stages.

The above shall be initiated as early as possible in the design and development process, when most opportunities exist to make changes and improvements to the product affecting its overall environmental performance throughout its life cycle.

Environmentally conscious design is performed within the boundaries set by regulatory and stakeholders' requirements. Such requirements shall be regularly reviewed so that relevant changes are understood by the organization undertaking the ECD.

Environmentally conscious design and its objective of minimizing the overall adverse impact of the product shall be reflected in the policies and strategies of the organization. If an organization has a management system which includes the product design and development function, the ECD process shall be an integral part of that documented system.

NOTE 1 As a first step in LCT, the intended function of the product should be determined. In subsequent design and development stages the influence of any applied business model should be recognized.

NOTE 2 When a product is part of a system, the environmental performance of one product during one or more life cycle stages can be altered by other products in that system.

NOTE 3 ECD requires collaboration and contributions of all stakeholders along the supply chain.

NOTE 4 Communication regarding the ECD process and its objectives is performed within an organization so that the affected departments understand the rationale for the initiative, leading to their cooperation and collaboration.

NOTE 5 The detailed description of the fundamental requirements of ECD can be found in IEC 62430.

O.6 Environmentally conscious design process (ECD process)

O.6.1 General

Organizations performing environmentally conscious design (ECD) shall establish, document, implement and maintain an ECD process as an integral part of the product design and development process. This ECD process includes the following steps, which are further described in O.6.2:

- a) analysis of the regulatory and stakeholders' environmental requirements;
- b) identification and evaluation of environmental aspects and corresponding impacts;
- c) design and development;
- d) review and continual improvement.

The organization shall, while following the above steps, document the relevant results and the subsequent conclusions and responsibilities assigned.

NOTE The above process from a) to d) corresponds to PDCA cycle as follows:
steps a) and b) to Plan,
step c) to Do, and
step d) to Check and Act.

O.6.2 Process steps of ECD

As an initial step of ECD, to be carried out in conjunction with the identification of environmental aspects, the organization shall understand the relevant regulatory and stakeholders' requirements, both at horizontal and sector specific level. These requirements set the basic framework within which a product is developed.

The organization shall then establish a procedure to identify environmental aspects and corresponding impacts of the product.

NOTE 1 The identification of environmental aspects could be done for a product category.

The choice of a design solution should achieve a balance between the various environmental aspects and other relevant considerations, such as function, technical requirements, quality, performance, business risks and economic aspects. Where certain attributes are required for compliance with regulations (e.g. health and safety, electromagnetic compatibility) these shall be met while taking into account the environmental targets. These considerations also apply to research and development of new technologies.

A procedure for review and continual improvement of the significant environmental aspects of products throughout the entire life cycle shall be established, implemented and maintained.

As part of the ECD process, organizations in the supply chain shall disclose information of their product or product category to organizations involved in design and development to enable them to achieve ECD objectives.

Information on the environmental impact of the products or product categories should be made available to the stakeholders in adequate, standardized form, e.g. compliant to the ISO 14020 series standards – environmental product declarations.

NOTE 2 The detailed description of the ECD process can be found in IEC 62430.

0.7 Tools for including ECD in product design and development

Identification and assessment of how environmental impacts are influenced by products are complex and need careful consideration; they may also require consultation with experts. Certain tools and techniques are evolving to encourage the inclusion of environmental aspects in product design and development. These can assist in the development of key design items, decision-making, and integration with business and economic factors. Examples of such tools are:

- a) analysis of a product's environmental aspects; for example, LCA (Life Cycle Assessment), ECD checklists and ECD benchmarking based on physical metrics (for example, weight, energy consumption, volume);
- b) determination of a product's environmental strategy: qualitative decision-making tools, for example, Eco-matrices, checklists, Pareto diagrams, SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), spider's-web diagrams and portfolio diagrams;
- c) transfer of environmental aspects into product properties; for example, QFD (Quality Function Deployment) and FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) techniques.

When selecting which tools to use, it is helpful to consider the basic product-related concepts for integrating environmental aspects into product design and development.

NOTE Proper tools and tool categories and implementation strategies are described in IEC 62430:2009, Annex C.

0.8 Relevant ISO technical committees

- TC 61 Plastics
- TC 79 Light metals and their alloys
- TC 122 Packaging
- TC 146 Air quality
- TC 147 Water quality
- TC 190 Soil quality
- TC 200 Solid wastes
- TC 203 Technical energy systems
- TC 205 Building environment design
- TC 207 Environmental management
 - SC 1 Environmental management systems
 - SC 2 Environmental auditing and related environmental investigations
 - SC 3 Environmental labelling
 - SC 4 Environmental performance evaluation
 - SC 5 Life cycle assessment
 - SC 6 Terms and definitions
 - WG 1 Environmental aspects in product standards

0.9 Reference documents for environmental conscious design

IEC 62430, *Environmentally conscious design for electrical and electronic products*

IEC 62474, *Material declaration for products of and for the electrotechnical industry*

IEC Guide 109, *Environmental aspects – Inclusion in electrotechnical product standards*

ISO/IEC Guide 73, *Risk management – Vocabulary*

ISO 9000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

ISO 14001, *Environmental management systems – Requirements with guidance for use*

ISO 14020, *Environmental labels and declarations – General principles*

ISO 14040, *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*

ISO/TR 14062, *Environmental management – Integrating environmental aspects into product design and development*

ISO 14063, *Environmental management – Environmental communication – Guidelines and examples*

ISO Guide 64, *Guide for addressing environmental issues in product standards*

ECODESIGN – *a promising approach to sustainable production and consumption*: 1997, United Nations Environmental Programme

Annex Q – Special tests – Damp heat, salt mist, vibration and shock

Table Q.1 – Test sequences

Replace the existing table by the following new table :

[illegible]

Environments	Controlled environment subject to temperature and humidity	Environment subject to temperature and humidity	Environment subject to temperature, humidity and salt mist	Environment subject to temperature, humidity and vibration	Environment subject to temperature, humidity, vibration and shock	Environment subject to temperature, humidity, vibration, shock and salt mist
Categories	A	B	C	D	E	F
11 Recovery	The recovery shall be made in the normal atmospheric conditions for 24 h ^h	The recovery shall be made in the normal atmospheric conditions for 24 h ^h	The recovery shall be made in the normal atmospheric conditions for 24 h ^h	The recovery shall be made in the normal atmospheric conditions for 24 h ^h	The recovery shall be made in the normal atmospheric conditions for 24 h ^h	The recovery shall be made in the normal atmospheric conditions for 24 h ^h
12 Insulation resistance	i	i	i	i	i	i
13 Dielectric test	IEC 60947-1 8.3.3.4 1, item 3)	IEC 60947-1 8.3.3.4.1, item 3)	IEC 60947-1 8.3.3.4 1, item 3)	IEC 60947-1 8.3.3.4.1, item 3)	IEC 60947-1 8.3.3.4 1, item 3)	IEC 60947-1 8.3.3.4.1, item 3)
14 Verification of operational capability	According to product standard ^d	According to product standard ^d	According to product standard ^d	According to product standard ^d	According to product standard ^d	According to product standard ^d
15 Salt mist	N.A.	N.A.	IEC 60068-2-52 Test Kb Severity 2 ^j	N.A.	N.A.	IEC 60068-2-52 Test Kb Severity 1 ^j
16 Insulation resistance	N.A.	N.A.	i	i	i	i
17 Verification of operational capability	N.A.	N.A.	According to product standard ^d	N.A.	N.A.	According to product standard ^d
18 Visual inspection	N.A.	N.A.	k	N.A.	N.A.	k

N.A.: Non applicable.

NOTE 1 The classification used differs from the classification of IEC 60721-3.

NOTE 2 Values indicated in footnotes "a" and "i" are in accordance with IEC 60092-504.

- a Insulation resistance shall be measured between each circuit and between each circuit and earth with testing equipment complying with IEC 61557-2 (certain components, e.g. for transient suppression, may be required to be disconnected for this test).

Maximum of the rated operational voltages	Test voltage d.c.	Minimum insulation resistance
Up to 65 V	2 × supply voltage (minimum 24 V)	10 MΩ
Over 65 V	500 V	100 MΩ

- b Parameters for the vibration test:

Frequency range	Displacement	Acceleration
2 ⁺³ ₋₀ Hz to 13,2 Hz	±1 mm	
13,2 Hz to 100 Hz		±0,7 g

- duration in case of no resonance condition: 90 min at 30 Hz;
- duration at each resonance frequency at which $Q \geq 2$ is recorded: 90 min;
- during the vibration test, operational conditions shall be demonstrated;
- tests shall be carried out in three mutually perpendicular planes;
- it is recommended, as guidance, that Q does not exceed 5;
- critical frequencies are range of resonance frequencies where the amplification factor is greater than 2 without interruption;
- in case of several resonance frequencies within a range of 0,8 and 1,2 (sweep) of the critical frequencies, the duration of the test shall be 120 min at acceleration of 0,7 g.

Results to be obtained: during the vibration test, an unintended opening and closing of the contacts of more than 3 ms is considered a failure, unless a longer time is stated by the manufacturer in his literature.

The defined interruption time (bouncing) may cause problems in some applications (e.g. PLC-monitoring with high speed inputs), this characteristic will need to be taken into account in the application.

- c Three positive and negative shocks, applied in each direction along three mutually perpendicular axes:

- pulse shape: half-sine;
- peak acceleration: 150 m/s², (this value should be considered and different values may be defined by the product committee, if applicable)
- duration of the pulse: 11 ms.

After the test, the verification made according to row 5 shall demonstrate that relevant operating characteristics stated in the product standard have not been changed.

- d The test is intended to check that the equipment ensures some minimal characteristics of operation, and shall be defined by the product standard.

- e The relevant product standard shall define equipment operating during conditioning, testing and functional test. The recovery shall be made in the normal atmospheric conditions during 1 h to 2 h or more according to the product standard. Subclause 5.3 of IEC 60068-1 (standard atmospheric conditions) applies.

- f The tests from row 6 to 18 may be carried out on a new sample. All samples shall be submitted to the appropriate initial and final verifications according to rows 1, 16 and 17. The number of samples used shall be stated in the test report.

- g A functional test shall be done during the first 2 h of the first cycle at the test temperature and during the last 2 h of the second cycle at the test temperature.

- h The relevant product standard may state another recovery time.

- i Insulation resistance test shall be done within 1 h after the recovery time. Insulation resistance shall be measured between each circuit and between each circuit and earth with testing equipment complying with IEC 61557-2 (certain components, for example for transient suppression, may be required to be disconnected for this test).

Maximum of the rated operational voltages	Test voltage d.c.	Minimum insulation resistance
Up to 65 V	2 × supply voltage (minimum 24 V)	1 MΩ
Over 65 V	500 V	10 MΩ

j	After salt mist test – Recovery: Clause 10 of IEC 60068-2-52 applies with the following addition: After the washing, the device is air-dried either 24 h in free air or 1 h at $+55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, at the discretion of the manufacturer, then stored in controlled recovery conditions (5.4.1 of IEC 60068-1) for not less than 1 h and not more than 2 h. For some products, washing may impair the operation. In this case, arrangements shall be given in the product standard.
k	Visual inspection: The aspect of mechanical parts having a functional or a safety role shall be verified regarding the oxidation: rotating pins, magnets, hinges, locks, etc. Moreover, a visual inspection of user's removable parts for maintenance purpose shall be made. Markings shall remain legible. The following limited damages are allowed: – traces of iron stains on the magnetic circuit; – occurrence of corrosion dots on screws; – occurrence of verdigris dots on copper alloys electrical contact supports; – dots of white corrosion on coated pieces. The relevant product standard may additionally specify the safety relevant criteria to decide, whether the sample has passed or failed the test.
l	Inclination test: The inclination tests are not required for equipment of low-voltage switchgear if the manufacturer declares that the installation orientation of the device in the application covers the required angles of the test.

Annex R – Application of the metal foil for dielectric testing on accessible parts during operation or adjustment

Replace, in the existing title of this annex, "informative" by "normative".

Introduction

Replace, in the existing first paragraph, "can be" by "shall be".

Annex T – Extended functions within electronic overload relays

T.5.5 Limits of operation of current imbalance relays

Replace the existing text of this subclause, added by Amendment 1, by the following new text:

A current imbalance relay, when associated with a switching device, shall operate to open the equipment within 80 % to 120 % of the time setting where the current imbalance, defined as the ratio (T.1) between the maximum current deviation of any phase from average current and the average current I_{avg} (T.2), is above 1,2 times the current imbalance setting, the general tripping requirements of overload relays given in the product standard being maintained.

$$\text{Ratio} = \frac{\max_{i=1}^n |I_i - I_{avg}|}{I_{avg}} \quad (\text{T.1})$$

$$I_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n} \quad (\text{T.2})$$

where

n is the number of phases;

I_i is the r.m.s value of the current in each phase.

Annex U – Examples of control circuit configurations

U.1.1 Definition

Delete the existing abbreviation "ECD" introduced by Amendment 1.

U.1.2 Diagrammatic representation of an ECD

Replace, in the existing title of this subclause, added by Amendment 1, the abbreviation "ECD" by "external control device".

Figure U.1 – Diagrammatic representation of an ECD

Replace the existing figure added by Amendment 1 by the following new figure:

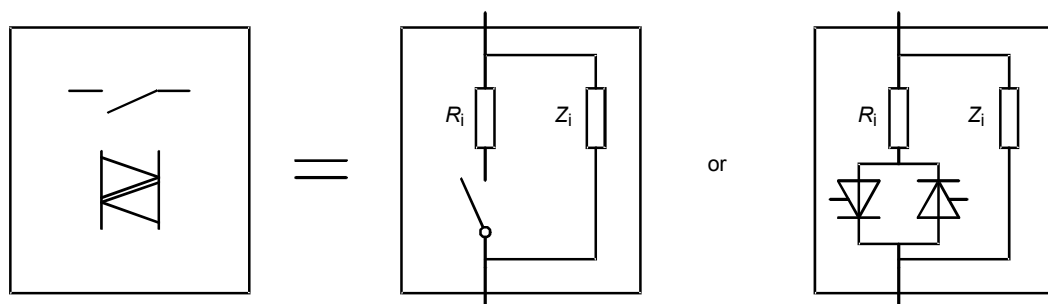


Figure U.1 – Diagrammatic representation of an external control device

U.1.3 Parameters of an ECD

Replace, in the existing title of this subclause, added by Amendment 1, the abbreviation "ECD" by "external control device".

Replace, in the existing note of this subclause, added by Amendment 1, the abbreviation "ECD" by "external control device".

Figure U.2 – Single supply and control input

Replace the existing figure, introduced by Amendment 1, by the following new figure:

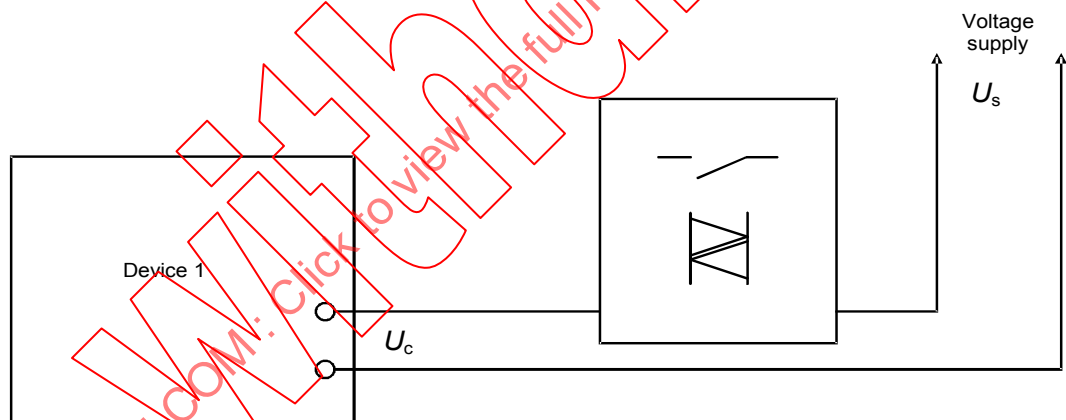


Figure U.2 – Single supply and control input

Figure U.3 – Separate supply and control inputs

Replace the existing figure, added by Amendment 1, by the following new figure:

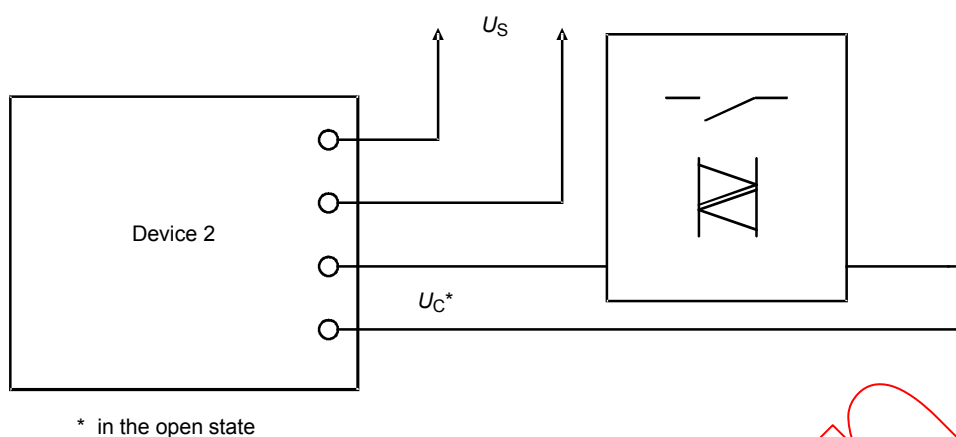


Figure U.3 – Separate supply and control inputs

U.2.2 Equipment with an internal control supply and control input only

Replace the existing title and figure of this subclause added by Amendment 1 by the following new title:

U.2.2 (Void)

Figure U.6 – Equipment with bus interface

Replace the existing figure, added by Amendment 1, by the following new figure:

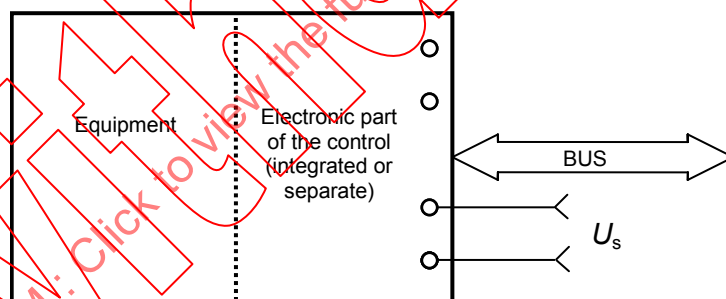


Figure U.6 – Equipment with bus interface

Add, after the existing Annex U, added by Amendment 1, the following new annexes :

Annex V (informative)

Power management with switchgear and controlgear for electrical energy efficiency

V.1 General

The energy efficiency of an application can be improved not only by using more efficient devices and loads, but also by improving the management of energy. The management of energy is performed through measurement, monitoring and control of the energy consuming loads aiming at consuming the just enough energy required for the application. Switchgear and controlgear are part of the energy management system which can be implemented also by using their communication capability.

V.2 Scope of this annex

This annex provides guidance for using switchgear and controlgear for controlling the loads in a way providing saving of energy. The principle developed in this annex is based on power management.

V.3 Terms and definitions

V.3.1 energy management

coordinated activities directing and controlling the energy use of an entity

[CEN/CLC/TR 16103]

V.3.2 energy management system EnMS

set of interrelated or interacting elements to establish an energy policy and energy objectives, and processes and procedures to achieve those objectives

[ISO 50001:2011, 3.9]

V.3.3 electrical energy efficiency

various measures adopted within the electrical system or application in order to optimize the total electrical energy consumption needed during either the normal operation or the stand-by operation

V.3.4 energy efficiency

ratio or other quantitative relationship between an output of performance, service, goods or energy, and an input of energy

[ISO 50001:2011, 3.8]

V.3.5

load

current-using equipment

electric equipment intended to convert electric energy into another form of energy, for example light, heat, mechanical energy

[IEC 60050-826:2004, 826-16-02]

V.3.6

peak shaving

process in an electrical system intended to not exceed a maximum overall energy demand

NOTE Peak shaving can be obtained by planning of energy needs within the manufacturing system or load shedding or autonomous energy production.

V.3.7

load shedding

process of deliberately disconnecting preselected loads from a power system in response to an abnormal condition in order to maintain the integrity of the remainder of the system

[IEC 60050-603:1987, 603-04-32]

V.4 Electrical energy efficiency and safety

Safety of persons and of property remains of prime importance compared to energy efficiency statements. Consequently, all guidance to achieve energy efficiency will not impair the safety requirements included in relevant standards.

V.5 Principles on electrical energy efficiency (system approach)

V.5.1 General

The electrical energy optimization needs a global approach of the management of the electrical energy consumption, including consideration of all operation modes.

V.5.2 Strategy of energy management

Energy efficiency should firstly be applied to loads and their usage. Motors account for 70 % of the electricity consumed by the industry (figure from the European Community Commission Regulation No 640/2009). The electrical distribution architecture (generation and transmission) should also be considered, as well as power supplies and wiring systems.

V.5.3 Power management with automation and control

Power management through automation is the key for energy efficiency. Automation design of the past decades is being revisited in this perspective to integrate new modes that are now relevant due to the increasing importance of energy savings (availability and cost).

Status information, measurements from sensors, commands from the operator and information from the environment are necessary inputs to the energy management system (EnMS). The automation function of the energy management system shall ensure that the energy is consumed at the right moment, for the right purpose and in the right quantity. It may be very simple to complex (contactor relays, simple control loop, extended functions of circuit-breakers or of motor management systems, programmable logical controllers, etc). Contactors and starters are essential for managing power by switching remotely individual loads or groups of loads without adding significant power losses.

It applies in all sectors including manufacturing, process control, industrial facility management, building automation.

EXAMPLE 1 In building automation, it is a common idea that the management system optimizes the usage of energy taking into account the occupancy schedule, the outside conditions (temperature, light) and the real presence of persons. From the idea to the effective realization, it might be a gap due for example to the difficult modelling of the thermal response of the building, to inaccurate detection of individuals, to not interoperable communication interfaces.

EXAMPLE 2 In discrete manufacturing industry, saving the useless consumption of the stand-by energy of the loads is an important field of improvement. It consists in switching off totally or partially the loads during short, long or unscheduled breaks. The challenge is to ensure a restart in the time constraints for the production facility.

V.6 Energy efficiency application

V.6.1 Saving of semiconductor losses

Contactors may also be used with semiconductor control devices like semiconductor contactors or starters. The bypassing of power semiconductor components by a contactor (e.g. for contactors or starters covered by IEC 60947-4-2) when at full speed will avoid losses in the semiconductor circuits. This limits the higher energy losses of a semiconductor contactor or starter to the starting and stopping time.

NOTE Typically, the energy saving is 90 % of the semiconductor losses.

Moreover, the addition of a contactor in series with a semiconductor device will avoid leakage currents in the OFF position, contributing consequently to saving energy.

V.6.2 Power factor correction

Power factor correction has a major impact on the energy efficiency of an installation. Thus, the power factor has to be maintained close to 1. As power factor depends on the nature of the loads switched on, an automatic capacitor bank (with or without detuned reactor depending on the level of harmonic) controlled by AC-6b rated contactors will optimize the energy efficiency.

V.6.3 Load shedding

When load shedding is initiated, the total load is systematically reduced until the required level is obtained, either by manually reducing or by shutting off individual loads, or by an automated system. All loads in a facility shall be defined in different categories including critical, essential, and nonessential loads. Usually only nonessential loads are shed, and the order of shedding can be configured.

V.6.4 Motor control for fixed speed applications

AC induction motor is the most common motor used in industry and mains powered home appliances.

An a.c. induction motor can consume more energy than it actually needs to perform its work, especially when operated with less than 30 % of the rated load or by unnecessary idling and jogging. A better choice of the motor and of the applied motor control will improve the global energy efficiency of the electric motor system.

NOTE The power dissipation of the various fuseless switching devices is in the range of 0,5 % of the power of the load to be switched.

Induction motors are basically designed as fixed speed devices. There are practically only two methods to change the rotation speed of a.c. induction motor (squirrel cage): use frequency converter or use motor with separate winding for different speeds. For the applications where speed control is needed, a frequency converter with a three phase a.c. motor should be used.

For fixed speed applications, the motor starter (direct on line, star-delta, two-step, soft starter) is the most energy efficient solution.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

Withdawn

Annex W (normative)

Procedure to establish material declaration

W.1 General

Manufacturers are often requested by their customers to communicate and declare information about the material composition of their products. The main intended uses of this information are:

- enabling assessment of product compliance with substance-restriction requirements;
- use in environmentally conscious design processes.

Such communication and declaration of material composition information is usually known as material declaration.

Providing the material declaration is at discretion of the manufacturer.

IEC 62474 is intended to establish requirements for material declarations, standardize protocols, and facilitate transfer and processing of data. Compilation of material declarations of products is easier if IEC 62474 is thoroughly applied throughout the supply chain.

W.2 Scope of this annex

This annex specifies the procedure, content, and form relating to material declarations for low-voltage switchgear and controlgear. Process chemicals and emissions during product use are not in the scope of this annex.

W.3 Reference documents

IEC 62474:2012, *Material declaration for products of and for the electrotechnical industry*

W.4 Terms and definitions

W.4.1

declarable substance

substance that meets the criteria stated in IEC 62474 and is included in the IEC DB 62474

NOTE Substance is a single CAS# (for example. Lead (Pb) CAS # 7439-92-1)

[IEC 62474:2012, 3.2, modified]

W.4.2

declarable substance group

group of substances that meet the criteria stated in IEC 62474 and are included in the IEC DB 62474

NOTE Substance group is multiple CAS # (for example. Lead compounds)

[IEC 62474:2012, 3.2, modified]

W.4.3

homogeneous material

one material of uniform composition throughout or a material, consisting of a combination of materials, that cannot be disjointed or separated into different materials by mechanical actions such as unscrewing, cutting, crushing, grinding and abrasive processes

NOTE Definition in accordance with EU DIRECTIVE 2011/65/EU.

W.4.4

material class

defined classification of materials that are established in referenced IEC 62474 database for purposes of inventorying aspects of a product, such that no two classes contain the same materials

[IEC 62474:2012, 3.5]

W.4.5

material declaration

communication of information about material composition of the product and declaration thereof, made in conformity with the requirements of IEC 62474

W.5 Material declaration

The material declaration shall be made in full compliance with IEC 62474, especially reporting criteria and format.

NOTE 1 Examples of material declaration are given in the IEC 62474.

NOTE 2 Specific examples for low-voltage switchgear and controlgear are under consideration.

NOTE 3 A single material declaration can be made for a family of products when the composition is the same for all the products thereof.

Bibliography

Add, to the existing list, the following new references and renumber the existing references:

IEC 60050-191:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191: Dependability and quality of service*
Amendment 1 (1999)
Amendment 2 (2002)

IEC 60050-461:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 461: Electric cables*

IEC 60050-603:1986, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 603: Generation, transmission and distribution of electricity – Power systems planning and management*

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

IEC 60947-3:2008, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*
Amendment 1 (2012)

IEC 60947-4-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*
Amendment 1 (2012)

IEC 60947-4-2:2011, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-2: Contactors and motor-starters – AC semiconductor motor controllers and starters*

IEC 60947-4-3:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-3: Contactors and motor-starters – AC semiconductor controllers and contactors for non-motor loads*

Amendment 1 (2006)

Amendment 2 (2011)

IEC 60947-5-2:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*

Amendment 1 (2012)

IEC 60947-6-1:2005, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment*

Amendment 1 (2013)

IEC 60947-6-2:2002, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices (or equipment) (CPS)*

Amendment 1 (2007)

IEC 61095:2009, *Electromechanical contactors for household and similar purposes*

IEC 61439 (series), *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 61508-6, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 6: Guidelines on the application of IEC 61508-2 and IEC 61508-3*

IEC/TR 62380, *Reliability data handbook – Universal model for reliability prediction of electronics components, PCBs and equipment*

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

ISO 50001, *Energy management systems – Requirements with guidance for use*

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de l'IEC: Appareillage.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
121A/15/FDIS	121A/21/RVD

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

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

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

1.1 Domaine d'application et objet

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

La présente norme est applicable, lorsque la norme de matériel correspondante l'exige, à l'appareillage basse tension désigné ci-après "matériel" ou "dispositif", et destiné à être relié à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

La présente norme établit les règles générales et exigences de sécurité communes des appareillages basse tension, y compris:

- les définitions;
- les caractéristiques;
- les informations fournies avec le matériel;
- les conditions normales de service, de montage et de transport;
- les exigences de construction et de fonctionnement;
- la vérification des caractéristiques et du fonctionnement;
- les aspects environnementaux.

La présente norme ne s'applique pas aux ensembles d'appareillage à basse tension qui sont traités dans la série IEC 61439, selon le cas.

1.2 Références normatives

Supprimer la référence existante à la "CEI 60439-1:1999" et à son Amendement 1.

Remplacer les références existantes par les nouvelles références suivantes:

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 61000-3-3:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné ≤ 16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

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

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

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

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

CISPR 11:2009, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*
Amendement 1 (2010)

Ajouter, aux références existantes, les nouveaux amendements comme suit:

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

IEC 61000-3-2:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*
Amendement 1 (2008)
Amendement 2 (2009)

IEC 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*
Amendement 1 (2007)
Amendement 2 (2010)

IEC 61000-4-13:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif*
Amendement 1 (2009)

Ajouter les nouvelles références normatives suivantes comme suit:

IEC 60092-504:2001, *Installations électriques à bord des navires – Partie 504: Caractéristiques spéciales – Conduite et instrumentation* (disponible en anglais seulement)

IEC 60300-3-5:2001, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-5: Guide d'application – Conditions des essais de fiabilité et principes des essais statistiques*

IEC 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 61649:2008, *Analyse de Weibull*

IEC 62061:2005, *Sécurité des machines – Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 62430:2009, *Éco-conception pour les produits électriques et électroniques*

IEC 62474:2012, *Déclaration de matière pour des produits de et pour l'industrie électrotechnique*

ISO 13849-1 2006, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*

2 Définitions

Remplacer, dans la liste alphabétique, les références existantes à ces termes, modifiées par l'Amendement 1, par les nouvelles références suivantes:

Électro-aimant commandé électroniquement	2.3.36
Section maximale	2.3.35
Section minimale	2.3.34
Système de contact à points multiples	2.3.33

La correction concernant l'entrée "Sélectivité lors d'une surintensité" ne s'applique pas au texte français.

Ajouter, à la liste alphabétique, les nouveaux termes et nouvelles références suivants:

Barrière de coordination de l'isolement	2.1.23
Conducteur à âme divisée	2.3.30
Conducteur à âme massive	2.3.29
Conducteur à âme rigide	2.3.31
Conducteur à âme souple	2.3.32
Enveloppe individuelle	2.2.23
Isolation solide	2.1.22
Tension assignée du circuit de commande	2.5.66
Tension d'alimentation assignée du circuit de commande	2.5.67

2.1 Termes généraux

Ajouter, à la fin du paragraphe existant, les nouveaux termes et nouvelles définitions suivants:

2.1.22

isolation solide

matériau isolant solide interposé entre deux parties conductrices

2.1.23

barrière de coordination de l'isolement

matériau d'isolation solide qui n'est pas une partie intégrante, visant à augmenter les lignes de fuite et/ou les distances d'isolement

2.2 Appareils de connexion

Ajouter, à la fin du paragraphe existant, le nouveau terme et la nouvelle définition suivants:

2.2.23

enveloppe individuelle

enveloppe dont la conception et les dimensions ne permettent de contenir qu'un seul équipement

2.3 Parties d'appareils de connexion

Ajouter, après la définition 2.3.28 existante ajoutée par l'Amendement 1 les nouveaux termes et nouvelles définitions suivants, et renuméroter les définitions existantes 2.3.29 à 2.3.32 en 2.3.33 à 2.3.36 respectivement:

2.3.29

conducteur à âme massive

conducteur constituée d'un fil unique

NOTE 1 Le conducteur à âme massive peut être circulaire ou profilé.

NOTE 2 Le conducteur à âme massive est définie comme étant un conducteur de classe 1 dans l'IEC 60228, l'IEC 60344 ou l'AWG/kcmil équivalent.

[461-01-06, modifiée]

2.3.30

conducteur à âme divisée

conducteur constituée d'un ensemble de fils dont généralement la plupart sont formés en hélice

NOTE Le conducteur à âme divisée est défini comme étant un conducteur de classe 2 dans l'IEC 60228, ou par l'IEC 60344, ou l'AWG/kcmil équivalent.

[151-12-36, modifiée]

2.3.31

conducteur à âme rigide

conducteur à âme massive ou câblée constituée de fils présentant un diamètre ou assemblés de façon à ne pas pouvoir être utilisés dans un câble souple

2.3.32

conducteur à âme souple

conducteur à âme divisée constituée de fils suffisamment fins et assemblés de façon à pouvoir être utilisés dans un câble souple

NOTE Le conducteur à âme souple est définie comme étant un conducteur de classe 5 ou de classe 6 dans l'IEC 60228, ou par l'IEC 60344, ou l'AWG/kcmil équivalent.

[461-01-11, modifiée]

2.5 Grandeurs caractéristiques

2.5.23

sélectivité lors d'une surintensité

Le remplacement du terme ne s'applique qu'à l'anglais.

Supprimer la source existante "[441-17-15]".

Ajouter, après la définition existante 2.5.65, les nouveaux termes et nouvelles définitions comme suit:

2.5.66

tension assignée du circuit de commande

U_c

tension assignée qui commande le signal d'entrée du dispositif de commande

2.5.67

tension d'alimentation assignée du circuit de commande

U_s

tension assignée appliquée pour alimenter les bornes réseaux du circuit de commande

4 Caractéristiques

Ajouter, au tableau existant, la nouvelle ligne suivante:

Caractéristique	Symbole	Paragraphe
Impédance de pôle de l'appareil de connexion	Z	4.3.7

Remplacer, dans la ligne existante "Courant assigné de court-circuit conditionnel", le symbole " – " par " I_q " comme suit:

Caractéristique	Symbole	Paragraphe
Courant assigné de court-circuit conditionnel	I_q	4.3.6.4

Cette correction ne s'applique pas au texte français.

4.3.6.1 Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw})

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Le courant assigné de courte durée admissible d'un matériel est la valeur de courant de courte durée, assignée au matériel par le constructeur, que ce matériel peut supporter sans dommages dans les conditions d'essai spécifiées dans la norme de matériel correspondante.

4.3.6.4 Courant assigné de court-circuit conditionnel

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

4.3.6.4 Courant assigné de court-circuit conditionnel (I_q)

Ajouter, avant le Paragraphe 4.4 existant, le nouveau paragraphe suivant:

4.3.7 Impédance de pôle de l'appareil de connexion (Z)

L'impédance de pôle peut être établie par le constructeur et est déterminée en mesurant la chute de tension résultant du courant qui s'écoule par le pôle.

4.5.1 Circuits commandés électriquement ou électroniquement

Remplacer le quatrième tiret existant, modifié par l'Amendement 1, par le nouveau tiret suivant:

- la tension assignée d'alimentation du circuit de commande U_s (courant alternatif, courant continu), s'il y a lieu;

Remplacer la Note 1 ajoutée par l'Amendement 1 par la nouvelle note suivante:

NOTE 1 Il est fait une distinction entre la tension assignée du circuit de commande U_c et la tension d'alimentation assignée du circuit de commande U_s , qui peut être différente de U_c en raison de la présence de transformateurs intégrés, de redresseurs, de résistances, de circuits électroniques, etc.

Supprimer la Note 2 existante ajoutée par l'Amendement 1.

Remplacer l'alinéa existant après la Note 2, ajouté par l'Amendement 1, par le nouvel alinéa suivant:

Les conditions de fonctionnement satisfaisantes reposent sur une tension d'alimentation du circuit de commande qui n'est pas inférieure à 85 % de sa valeur assignée U_s lorsque le courant circulant dans le circuit de commande atteint sa valeur la plus élevée, ni supérieure à 110 % de sa valeur assignée.

5.1 Nature des informations

Remplacer le dix-huitième tiret existant sous "Caractéristiques" par le nouveau tiret suivant:

- tension d'alimentation du circuit de commande, nature du courant et fréquence, si elles sont différentes de celles de la bobine de commande,

Ajouter, dans la liste "Caractéristiques" existante, après l'élément "aptitude au sectionnement", les deux nouveaux tirets suivants:

- impédance de pôle de l'appareil de connexion (Z);
- déclaration de matière conformément à l'Annexe W;

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

Déplacer la première phrase existante du deuxième alinéa à la fin du premier alinéa.

Remplacer la deuxième phrase du deuxième alinéa par la nouvelle phrase suivante:

Pour les matériels adaptés uniquement à un environnement A (voir 7.3.1), le constructeur doit indiquer dans la documentation l'avertissement suivant, donné à titre informatif aux clients potentiels et avec le produit destiné aux utilisateurs:

Ajouter, après le Paragraphe 5.3 existant, le nouveau paragraphe suivant:

5.4 Informations relatives à l'environnement

Les déclarations de matière conformément à l'Annexe W doivent être fournies, le cas échéant, par la norme de matériel correspondante.

6.1.1 Température de l'air ambiant

Remplacer, dans la Note 1 existante, "CEI 60439-1" par "série IEC 61439".

7.1.2.2 Essai au fil incandescent

Remplacer, dans la note existante, "CEI 60695-2-2" par "IEC 60695-11-5".

Ajouter, à la fin de la note existante, la nouvelle phrase suivante:

L'essai au brûleur aiguille est un essai alternatif permettant de satisfaire aux exigences de résistance à la propagation de la flamme des applications embarquées.

7.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par les trois nouveaux paragraphes suivants:

7.1.4.1 Généralités

Pour le matériel soumis à essai conformément à 8.3.3.4 de la présente norme, les valeurs minimales sont données au Tableau 13 et au Tableau 15.

Les exigences électriques sont données en 7.2.3.

Dans les autres cas, la norme de matériel correspondante donne des lignes directrices pour évaluer les valeurs minimales.

NOTE Selon le niveau de risque (gravité du dommage et probabilité d'occurrence), l'impossibilité d'accéder aux parties actives dangereuses est prise en compte dans les conditions de service normales (voir 6.1) ou dans les conditions de premier défaut (voir 4.2 de l'IEC 61140:2001, 7.1.10 et l'Annexe N).

7.1.4.2 Barrières de coordination de l'isolement pour les lignes de fuite

Si une isolation solide fait office de barrière de coordination de l'isolement pour respecter les lignes de fuite exigées, le matériau utilisé doit satisfaire aux exigences de fil incandescent de 7.1.2.2 ou aux exigences d'inflammabilité de 7.1.2.3.

7.1.4.3 Barrières de coordination de l'isolement pour les distances d'isolement

Si une isolation solide fait office de barrière de coordination de l'isolement pour respecter les distances d'isolement exigées et ne prend pas physiquement en charge ni ne maintient la position relative des parties non isolées concernées, le matériau de la barrière doit satisfaire aux exigences de fil incandescent de 7.1.2.2 et doit être conforme aux exigences d'essai au fil incandescent de 8.2.1.1.1 à une température de 650 °C ou aux valeurs AI du Tableau M.2. D'autre part, le matériau doit satisfaire aux exigences de 7.1.4.2.

7.2.1.2 Limites de fonctionnement des matériels à manœuvre à source d'énergie extérieure

Remplacer, dans le premier alinéa existant, "tension d'alimentation de commande" par "tension d'alimentation du circuit de commande".

Remplacer, dans l'alinéa existant, après la note, "tension assignée d'alimentation de commande" par "tension assignée d'alimentation du circuit de commande".

Remplacer, dans le premier tiret (une occurrence) et le deuxième tiret (deux occurrences) du cinquième alinéa existant, introduits par l'Amendement 1, "tension assignée d'alimentation de commande" par "tension assignée d'alimentation du circuit de commande".

7.2.1.4 Limites de fonctionnement des déclencheurs shunts

Remplacer, dans l'alinéa existant, "tension assignée d'alimentation de commande" par "tension assignée d'alimentation du circuit de commande".

7.2.2.5 Circuits de commande

Ajouter, après le texte existant, le nouvel alinéa suivant:

Les entrées tout-ou-rien et/ou les sorties tout-ou-rien contenues dans l'appareillage, et destinées à être compatibles avec les automates programmables industriels (API, soit PLC en anglais) sont couvertes par l'Annexe S.

7.2.2.8 Autres parties

Remplacer, dans le texte existant, "les plastiques et les matériaux isolants" par "les parties isolantes".

7.2.3.3 Distance d'isolement

Remplacer, dans la deuxième phrase du deuxième alinéa, "sont supérieures aux" par "sont supérieures ou égales aux".

7.2.3.5 Isolation solide

Supprimer la dernière phrase existante de ce paragraphe.

Ajouter, à la fin de ce paragraphe, la nouvelle note suivante:

NOTE Pour plus d'informations relatives à la conception de l'isolation solide, voir 5.3.1 de l'IEC 60664-1:2007.

Ajouter, avant le Paragraphe 7.3 existant, le nouveau paragraphe suivant:

7.2.8 Impédance de pôle

Si l'impédance de pôle est donnée, elle doit être soumise à essai conformément à 8.3.3.8.

7.3.3.1 Matériels ne comprenant pas de circuits électroniques

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Les exigences pour les émissions électromagnétiques des matériels ne comprenant pas de circuits électroniques sont considérées comme satisfaites et aucune vérification n'est nécessaire.

NOTE Pour les matériels ne comprenant pas de circuits électroniques, des perturbations électromagnétiques peuvent uniquement être produites par les matériels pendant des manœuvres électriques occasionnelles. La durée des perturbations est inférieure à 200 ms conformément au CISPR 22.

La fréquence, le niveau et les conséquences de ces émissions sont considérés comme faisant partie de l'environnement électromagnétique normal des installations à basse tension.

7.3.3.2.1 Limites pour les émissions à haute fréquence

Remplacer les trois premiers alinéas existants de ce paragraphe par le nouveau texte et la nouvelle note suivants:

Les émissions continues haute fréquence (supérieures à 9 kHz) provenant d'un matériel comprenant des circuits d'interrupteur électronique ne doivent pas dépasser les limites spécifiées dans la norme de produit appropriée, basées sur le CISPR 11 pour l'environnement A et pour l'environnement B.

NOTE Les perturbations uniques ne durant pas plus de 200 ms ne nécessitent pas d'évaluation plus approfondie.

8.2 Conformité aux dispositions constructives

Remplacer, dans le quatrième tiret existant de la liste, "les propriétés mécaniques des bornes" par "les propriétés mécaniques et électriques des bornes".

8.2.4.1 Conditions générales pour les essais

Remplacer, dans la deuxième phrase, la référence "CEI 60028" par "IEC 60228".

8.2.4.7 Performance électrique des organes de serrage sans vis

Remplacer, dans la Note 1 existante introduite par l'Amendement 1, les références "(2.3.30)" et "(2.3.31)" par "(2.3.24)" et "(2.3.35)", respectivement.

Remplacer la Note 2 existante introduite par l'Amendement 1 par la nouvelle note suivante:

NOTE 2 Pour la plus grande section, le courant d'essai appliqué habituellement est I_{th} ou I_{the} déclaré pour le produit. Pour la plus petite section, le courant d'essai est donné au Tableau 4 et au Tableau 5 de l'IEC 60947-1:2009.

8.2.4.8 Essai de vieillissement pour organes de serrage sans vis

Remplacer, dans la Note 1 existante introduite par l'Amendement 1, les références "(2.3.30)" et "(2.3.31)" par "(2.3.34)" et "(2.3.35)", respectivement.

Remplacer la Note 2 existante introduite par l'Amendement 1 par la nouvelle note suivante:

NOTE 2 Pour la plus grande section, le courant d'essai appliqué habituellement est I_{th} ou I_{the} déclaré pour le produit. Pour la plus petite section, le courant d'essai est donné au Tableau 4 et au Tableau 5 de l'IEC 60947-1:2009.

8.3.2 Conditions générales pour les essais

Dans la note existante, remplacer "CEI 60439" par "série IEC 61439".

8.3.2.1 Exigences générales

Supprimer la note existante.

8.3.2.2.3 Tension de rétablissement

Remplacer, dans la Note 1 existante, "tension du réseau" par "tension du réseau d'alimentation".

8.3.3.2.1 Matériels manœuvrés par une source d'énergie extérieure

Remplacer, dans le deuxième alinéa existant, introduit par l'Amendement 1, "tension assignée d'alimentation de commande" par "tension assignée d'alimentation du circuit de commande".

Remplacer le cinquième alinéa existant ajouté par l'Amendement 1 par le nouvel alinéa suivant:

La valeur du condensateur doit être

$$C = 30 + 200\,000 / (f \times U)$$

où

C est exprimé en nF;

f est la fréquence assignée minimum, exprimée en Hz;

U est la valeur maximale de U_s exprimée en V.

8.3.3.3.1 Température de l'air ambiant

Remplacer le deuxième alinéa existant par le nouvel alinéa suivant:

Pendant l'essai, la température ambiante doit être comprise entre +10 °C et +40 °C et ne doit pas varier de plus de 10 K. La température ambiante ne doit pas varier de plus de 3 K pendant le dernier quart ou la dernière heure de l'essai, selon la valeur la plus courte. L'essai doit être poursuivi tant que cette condition n'est pas obtenue.

Supprimer le troisième alinéa existant de ce paragraphe.

8.3.3.4.1 Essais de type

Supprimer la Note 2 dans le point 1) existant.

Renommer, dans le point 1), les "Note 3" et "Note 4" ajoutées par l'Amendement 1 en "Note 2" et "Note 3" respectivement.

Remplacer, dans le point 3) c) existant, le texte existant modifié par l'Amendement 1 par le nouveau texte et la nouvelle note suivants:

La tension d'essai doit être appliquée pendant 60 s conformément aux points i), ii) et iii) de 2) c) ci-dessus.

NOTE Pour les dispositifs ayant déjà fait l'objet d'un essai de type conformément à la présente norme et ses Amendements 1, ou antérieurs, un nouvel essai à 60 s n'est pas nécessaire.

Remplacer, dans le point 6) existant, le texte existant "A l'étude" par "Seul le matériel aux caractéristiques assignées en courant continu doit être soumis à essai avec une tension d'essai continue".

Ajouter, avant le Paragraphe 8.3.4 existant, le nouveau paragraphe suivant:

8.3.3.8 Impédance de pôle

L'impédance de pôle doit être déterminée pendant l'essai et selon les conditions données en 8.3.3.3.4. L'essai dans une enveloppe n'est pas nécessaire, même si l'appareil de connexion peut être utilisé dans une enveloppe individuelle.

La chute de tension U_d doit être mesurée entre les bornes amont et aval (bornes incluses) de l'appareil de connexion à l'aide des mêmes points de mesure que ceux utilisés pour l'échauffement. La mesure doit être réalisée après une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur constante.

L'impédance par pôle est définie de la façon suivante:

$$Z = U_d / I_{th} [\Omega]$$

La valeur déclarée (voir 5.1 modifié par le présent Amendement 2), en présence de plusieurs pôles identiques, doit être égale à la valeur moyenne obtenue suite aux essais.

Il convient de veiller à ce que l'impact de la mesure de la chute de tension sur l'échauffement et l'impédance ne soit pas significatif.

NOTE La méthode est la même, quel que soit le nombre de pôles de l'appareil de connexion.

8.4 Essais pour la CEM

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Les essais d'émission et d'immunité sont des essais de type. Ils doivent être réalisés en utilisant les instructions du constructeur pour l'installation conformément aux normes CEM de référence.

La norme de produit doit spécifier toutes les conditions d'essai particulières (par exemple, l'utilisation d'une enveloppe) et les mesures supplémentaires nécessaires pour vérifier les critères de comportement du produit (par exemple, l'application de temps de palier).

Ajouter, avant le Paragraphe 8.4.2 existant, le nouveau paragraphe suivant:

8.4.1.2.9 Harmoniques du réseau

A l'étude.

Tableau 1 – Sections normales des conducteurs ronds en cuivre et correspondance approximative entre les tailles en mm² et AWG/kcmil

Dans le titre existant de ce tableau, remplacer "normales" par "nominales", et dans l'en-tête de ce tableau, remplacer "assignée" par "nominale".

Tableau 3 – Limites d'échauffement des parties accessibles (voir 7.2.2.2 et 8.3.3.3.4)

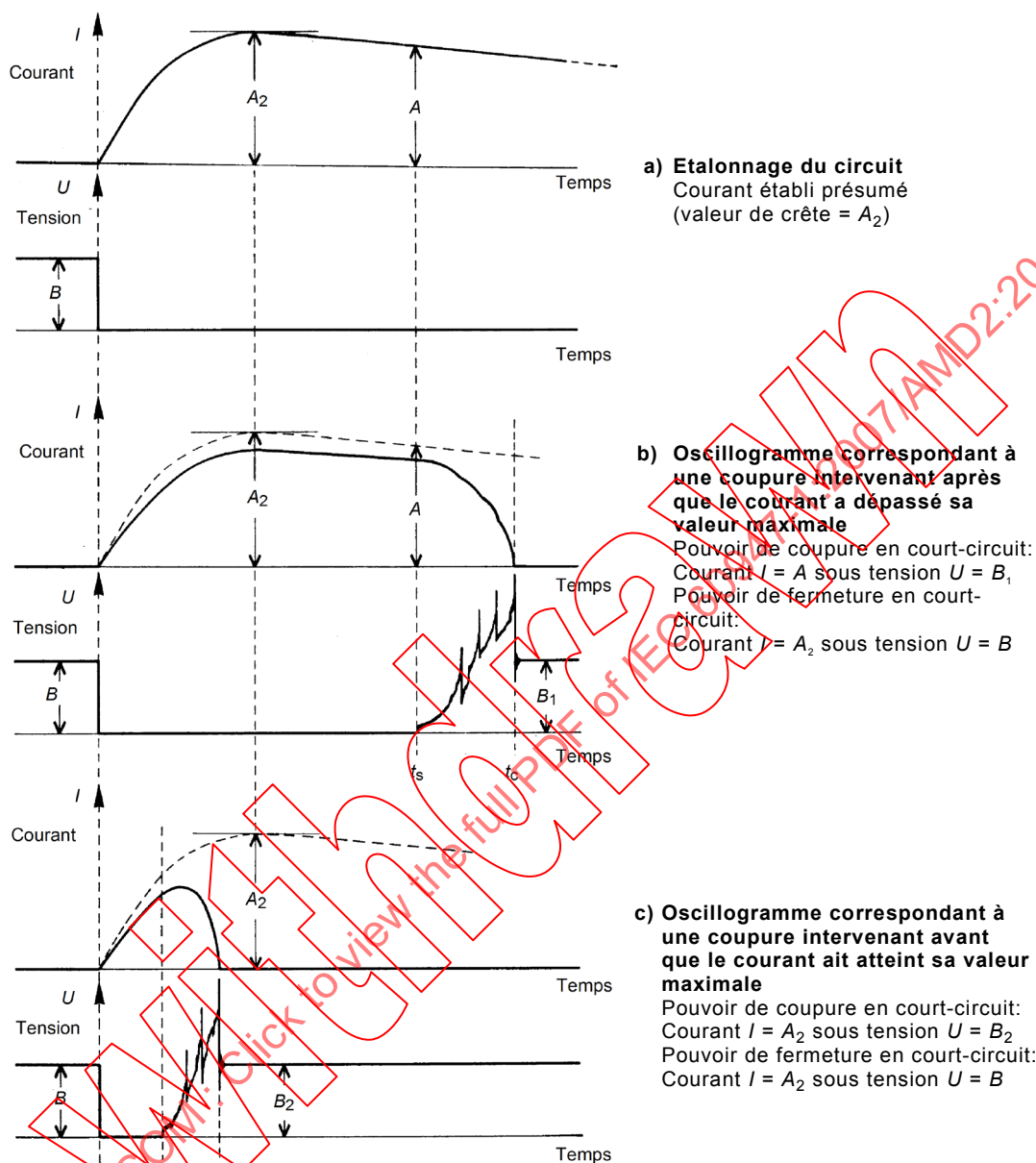
Afin de supprimer la référence à la note de bas de page b, remplacer l'en-tête "Parties qu'il n'est pas nécessaire de toucher en service normal ^b." par "Parties qu'il n'est pas nécessaire de toucher en service normal".

Tableau 4 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis

Remplacer, dans le titre existant de ce tableau, "(voir 8.3.2.1, 8.2.6 et 8.2.6.2)" par "(voir 8.2.4.2 et 8.3.2.1)".

Figure 14 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit en courant continu

Remplacer la figure existante par la nouvelle figure suivante (addition de "A₂" dans la Figure 14b)):



IEC

Tableau 12A – Tension d'essai diélectrique en fonction de la tension assignée d'isolement

Remplacer la note de bas de page existante ^b de ce tableau par la nouvelle note de bas de page suivante:

^b Tensions d'essai basées sur l'IEC 60664-1:2007, paragraphe 6.1.3.4.1, cinquième alinéa.

Annexe A – Exemples de catégories d'emploi pour l'appareillage à basse tension

Remplacer le titre et le texte existants de cette annexe par ce qui suit:

Annexe A (informative)

Harmonisation des catégories d'emploi pour l'appareillage à basse tension

La série IEC 60947 contient différentes parties spécifiant les exigences pour différents types d'appareillage à basse tension. Les normes des produits couverts par la série IEC 60947 ont été développées à différentes périodes et par divers groupes de travail. Cela donne lieu à plusieurs catégories d'emploi pour les applications analogues dans la série IEC 60947.

La présente annexe a pour objet de proposer un cadre d'harmonisation des appareillages à basse tension, conformément au Tableau A.1. Un objet ultérieur à l'étude consiste à spécifier un ensemble commun d'exigences d'essai des produits à partir des différentes parties de la série IEC 60947.

Les avantages attendus sont les suivants:

- simplifier les normes en rassemblant toutes les catégories similaires dans un ensemble commun de catégories;
- aider l'utilisateur à choisir le matériel pour des applications particulières.

Tableau A.1 – Catégories d'emploi utilisées dans la série IEC 60947

Nature du courant	Catégorie		Charge commutée classique	Norme IEC du matériel correspondant
	Proposée ^c	Présente ^d		
c.a.	AC-20	AC-20	À vide	IEC 60947-3:2008, Amd 1 (2012)
	AC-21	AC-21	Charges résistives, y compris surcharges modérées	
	AC-22	AC-22	Charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées	
	AC-23	AC-23	Charges de moteur ou autres charges fortement inductives	
	AC-1	AC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives	IEC 60947-4-1:2009, Amd 1 (2012)
	AC-2	AC-2	Moteurs à bagues ou charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées	
	AC-3	AC-3	Moteurs à cage d'écureuil	
	AC-4	AC-4	Moteurs à cage d'écureuil: inversion de marche ^a , marche par à-coups ^b	
	AC-5a	AC-5a	Régulateurs de lampes à décharge	
	AC-5b	AC-5b	Lampes à incandescence	
	AC-6a	AC-6a	Transformateurs	
	AC-6b	AC-6b	Batteries de condensateurs	
	AC-8 AC-8	AC-8a AC-8b	Compresseur hermétique de réfrigération	
	AC-2a	AC-52a	Stators de moteurs à bagues: service de 8 h avec des courants de démarrage, d'accélération et de vitesse normale	IEC 60947-4-2:2011
	AC-2b	AC-52b	Stators de moteurs à bagues: service intermittent	
	AC-3a	AC-53a	Moteurs à cage d'écureuil: service de 8 h avec des courants de démarrage, d'accélération et de vitesse normale	
	AC-3b	AC-53b	Moteurs à cage d'écureuil: service intermittent	

Nature du courant	Catégorie		Charge commutée classique	Norme IEC du matériel correspondant
	Proposée ^c	Présente ^d		
	AC-8a	AC-58a	Moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération avec réarmement automatique des déclencheurs de surcharge service de 8 h avec des courants de démarrage, d'accélération et de vitesse normale	
	AC-8b	AC-58b	Moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération avec réarmement automatique des déclencheurs de surcharge: service intermittent	
	AC-1	AC-51	Charges non inductives ou faiblement inductives	IEC 60947-4-3:1999 Amd 1 (2006) Amd 2 (2011)
	AC-5a	AC-55a	Régulateur de lampes à décharge	
	AC-5b	AC-55b	Lampes à incandescence	
	AC-6a	AC-56a	Transformateurs	
	AC-6b	AC-56b	Batteries de condensateurs	
	AC-12	AC-12	Charges résistives et charges statiques isolées par photocoupleur	IEC 60947-5-1:2003 Amd 1 (2009)
	AC-13	AC-13	Charges statiques isolées par transformateur	
	AC-14	AC-14	Faibles charges électromagnétiques	
	AC-15	AC-15	Charges électromagnétiques d'électro-aimants	
	AC-12	AC-12	Charges résistives et charges statiques isolées par photocoupleur	IEC 60947-5-2:2007 Amd 1 (2012)
	AC-140	AC-140	Faibles charges électromagnétiques avec courant de maintien (fermé) $\leq 0,2$ A, par exemple, relais auxiliaires	
	AC-1	AC-31	Charges non inductives ou faiblement inductives	IEC 60947-6-1:2005
	AC-2	AC-32	Moteurs à bagues ou charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées	
	AC-3	AC-33	Moteurs à cage d'écureuil	
	AC-5a	AC-35	Régulateur de lampes à décharge	
	AC-5b	AC-36	Lampes à incandescence	
	AC-40	AC-40	Circuits de distribution comprenant des charges mixtes résistives et réactives ayant une réactance résultante inductive	IEC 60947-6-2:2002 Amd 1 (2007)
	AC-1	AC-41	Charges non inductives ou faiblement inductives	
	AC-2	AC-42	Moteurs à bagues ou charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées	
	AC-3	AC-43	Moteurs à cage d'écureuil	
	AC-4	AC-44	Moteurs à cage d'écureuil: inversion de marche ^a , marche par à-coups ^b	
	AC-5a	AC-45a	Régulateur de lampe à décharge	
	AC-5b	AC-45b	Lampes à incandescence	
	AC-7a	AC-7a	Charges faiblement inductives pour appareils domestiques et applications similaires	IEC 61095:2009
	AC-7b	AC-7b	Moteurs pour applications domestiques	
c.c.	DC-20	DC-20	Fermeture et ouverture à vide	IEC 60947-3:2008, Amd 1 (2012)
	DC-21	DC-21	Charges résistives, y compris surcharges modérées	
	DC-22	DC-22	Charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées (par exemple, moteurs shunt)	
	DC-23	DC-23	Charges fortement inductives (par exemple, moteurs série)	
	DC-1	DC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives	IEC 60947-4-1:2009, Amd 1
	DC-3	DC-3	Moteurs shunt	

Nature du courant	Catégorie		Charge commutée classique	Norme IEC du matériel correspondant (2012)
	Proposée ^c	Présente ^d		
	DC-5	DC-5	Moteurs série	
	DC-6	DC-6	Lampes à incandescence	
	DC-12	DC-12	Commande de charges résistives et de charges statiques isolées par photocoupleur	IEC 60947-5-1:2003 Amd 1 (2009)
	DC-13	DC-13	Commande d'électro-aimants	
	DC-14	DC-14	Commande d'électro-aimants ayant des résistances d'économie dans le circuit	
	DC-12	DC-12	Commande de charges résistives et de charges statiques isolées par photocoupleur	IEC 60947-5-2:2007 Amd 1 (2012)
	DC-13	DC-13	Commande d'électro-aimants	
	DC-1	DC-31	Charges non inductives ou faiblement inductives	IEC 60947-6-1:2005
	DC-3	DC-33	Moteurs shunt	
	DC-6	DC-36	Lampes à incandescence	
	DC-40	DC-40	Circuits de distribution comprenant des charges mixtes résistives et réactives ayant une réactance résultante inductive	IEC 60947-6-2:2002 Amd 1 (2007)
	DC-1	DC-41	Charges non inductives ou faiblement inductives	
	DC-3	DC-43	Moteurs shunt	
	DC-5	DC-45	Lampes à incandescence de moteurs série	
	DC-6	DC-46	Lampes à incandescence	
^a Par inversion de marche, il faut comprendre l'arrêt ou l'inversion rapide du sens de rotation du moteur en permutant des connexions d'alimentation du moteur pendant que celui-ci tourne.				
^b Par marche par à-coups, il faut comprendre une commande caractérisée par une ou plusieurs fermetures brèves et fréquentes du circuit d'un moteur, afin d'obtenir de petits déplacements de l'organe entraîné.				
^c Catégories d'emploi destinées à être harmonisées dans les éditions ultérieures des normes de produit.				
^d Catégorie d'emploi présente définie dans l'édition en référence de la norme de produit dans la dernière colonne tant qu'elle n'est pas devenue la catégorie d'emploi proposée.				

Annexe K – Disponible

Remplacer le titre et le texte existants de cette annexe par ce qui suit:

Annexe K (normative)

Procédure de détermination des données de fiabilité des dispositifs électromécaniques utilisés dans des applications de sécurité fonctionnelle

K.1 Généralités

K.1.1 Vue d'ensemble

La mise à disposition de ces données est facultative et laissée à la discrétion du constructeur.

K.1.2 Domaine d'application et objet

La présente annexe spécifie les procédures de mise à disposition de données particulières qui caractérisent les performances des dispositifs électromécaniques dans des applications de sécurité fonctionnelle pour un mode de fonctionnement à sollicitation élevée/continue comme défini dans l'IEC 61508.

Cette méthode ne s'applique pas aux pièces électroniques.

NOTE 1 Pour les dispositifs non électromécaniques, il convient de se reporter à l'IEC 61508-6 pour obtenir les lignes directrices relatives au calcul de la probabilité de rapport de défaillance. Il convient d'évaluer le taux de défaillance des pièces électroniques à l'aide du manuel de données de fiabilité (l'IEC/TR 62380, par exemple).

NOTE 2 L'utilisation des données de fiabilité conformément à la présente annexe n'est pas appropriée pour les applications à faible sollicitation. Le mode de fonctionnement à faible sollicitation est à l'étude.

Ces données sont exigées par les normes de sécurité fonctionnelle, y compris la série IEC 61508, l'IEC 62061 et l'ISO 13849-1.

La norme de produit doit définir la ou les fonctions et les modes de défaillance à prendre en compte.

K.1.3 Exigences générales

Les données spécifiques pour la sécurité fonctionnelle doivent être obtenues au moyen de cette procédure.

La procédure repose sur l'analyse statistique des résultats d'essai visant à générer des données de fiabilité.

Les exigences de la présente annexe peuvent être en outre spécifiées par la norme de produit pertinente en termes d'essais adaptés, de modes de défaillance et de leurs rapports.

Le niveau de confiance lié au calcul du taux de défaillance pendant la durée de vie utile du dispositif doit être d'au moins 60 %.

NOTE Les paramètres associés aux données de fiabilité sont choisis pour leur cohérence avec ceux des autres produits également utilisés dans les applications de sécurité fonctionnelle.

Les données statistiques obtenues conformément à la présente annexe sont uniquement valides pendant la durée de vie utile du dispositif.

Dans la présente annexe, afin de maintenir la cohérence statistique, le terme "durée" peut faire référence au nombre de cycles de manœuvres.

La présente annexe ne tient pas compte du remplacement des pièces des dispositifs pendant l'essai et l'application.

K.2 Termes, définitions et symboles

K.2.1 Termes et définitions

K.2.1.1

fiabilité

aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné

[191-02-06, modifiée]

K.2.1.2

durée de vie utile

dans des conditions données, intervalle de temps commençant à un instant donné et se terminant lorsque le taux de défaillance devient inacceptable

NOTE La durée de vie utile peut être exprimée en nombre de manœuvres.

K.2.1.3

période de taux constant de défaillance

période éventuelle dans la vie d'une entité non réparée pendant laquelle le taux instantané de défaillance est approximativement constant

[191-10-09]

K.2.1.4

durée de vie globale

durée de vie du dispositif qu'il convient de ne pas dépasser afin de préserver la validité des taux de défaillance estimés en raison de défaillances matérielles aléatoires

NOTE 1 La durée de vie globale couvre également les périodes de non-utilisation (le stockage, par exemple). La durée de vie globale est exprimée en nombre d'années.

NOTE 2 Elle correspond à T_1 selon l'IEC 62061 et à T_M selon l'ISO 13849-1.

K.2.1.5

censure

arrêt de l'essai après un certain nombre de défaillances ou une certaine durée pour lequel/laquelle des entités continuent de fonctionner

K.2.1.6

suspension

situation dans laquelle une entité qui n'a pas connu de défaillance ou qui n'a pas connu de défaillance de la manière faisant l'objet de l'étude (c'est-à-dire en raison d'une certaine autre cause) est retirée de l'essai

K.2.1.7

utilisation en courant sans établissement-coupure

conditions dans lesquelles l'appareil de connexion établit la connexion et la coupe sans charge

K.2.1.8

durée de fonctionnement avant défaillance

cumul des temps de fonctionnement d'une entité depuis la première utilisation ou depuis une réparation, jusqu'à l'apparition d'une défaillance

NOTE La durée de fonctionnement avant défaillance peut être exprimée en nombre de manœuvres.

K.2.2 Symboles

n	nombre d'échantillons à l'essai
r	nombre de défaillances
t	nombre de cycles de manœuvres
η	paramètre de durée de vie ou d'échelle de la caractéristique de Weibull
β	paramètre de forme de Weibull
c	nombre de manœuvres par heure
λ_u	taux de défaillance estimé (limite supérieure) au niveau de confiance de 60 % exprimé en nombre de manœuvres
λ	taux de défaillance exprimé en par heure
λ_D	taux de défaillance dangereux exprimé en par heure
r^2	coefficient de détermination

K.3 Méthode reposant sur les résultats d'essai de durabilité

K.3.1 Méthode générale

Afin de prendre en compte la défaillance matérielle aléatoire, la méthode repose sur les résultats donnés par la surveillance continue des dispositifs soumis aux essais de durabilité appropriés.

K.3.2 Exigences d'essai

L'environnement d'essai doit être conforme à l'Article 6 et à toutes les exigences connexes de la norme de produit correspondante.

La durabilité mécanique doit être déterminée conformément à 7.2.4.3.1. Pour l'utilisation en courant sans établissement-coupure, la durabilité mécanique est applicable.

La durabilité électrique doit être déterminée conformément à 7.2.4.3.2 en utilisant la catégorie d'emploi définie par la norme de produit ou comme indiqué par le constructeur.

K.3.3 Nombre d'échantillons

Le nombre d'échantillons à soumettre à essai est à choisir sur la base d'un avis technique conformément à l'IEC 61649 et à l'IEC 60300-3-5.

NOTE Il convient que cette détermination du nombre d'échantillons tienne compte de la méthode statistique (voir l'Article 4 de l'IEC 61649:2008) et de l'incertitude du niveau de confiance des données de fiabilité à obtenir.

K.3.4 Caractérisation d'un mode de défaillance

Sauf spécification contraire de la norme de produit correspondante ou du constructeur, l'occurrence d'un ou de plusieurs modes de défaillance figurant au Tableau K.1 doit conduire à la conclusion de l'essai pour l'échantillon considéré. Ces données doivent être enregistrées.

NOTE L'obtention du nombre spécifié de cycles de manœuvres donné par le constructeur peut également conduire à la conclusion de l'essai (censure ou suspension des essais). Néanmoins, il convient d'enregistrer un nombre suffisant de défaillances pour pouvoir procéder à l'analyse statistique.

Tableau K.1 – Modes de défaillance des dispositifs

Modes de défaillance	Caractéristiques d'un contact de commutation
Échec à l'ouverture	courant restant dans un ou plusieurs pôles après l'opération d'ouverture normale
Échec à la fermeture	absence de courant dans un ou plusieurs pôles après la durée normale de fermeture
Défaut d'isolement	défaut d'isolement entre deux pôles ou entre l'un des pôles et l'une des parties conductrices adjacentes, donnant lieu à la perte d'une fonction de sécurité

K.3.5 Modélisation de Weibull

K.3.5.1 Évaluation des données

Pour la détermination du paramètre de durée de vie ou d'échelle des caractéristiques de Weibull, le paramètre de forme de Weibull et les taux de défaillance, des solutions logicielles statistiques ou des feuilles de calcul éprouvées sont disponibles. Les éléments suivants décrivent les étapes nécessaires de la procédure.

K.3.5.2 Méthode de modélisation

Les données de fiabilité sont obtenues par la modélisation des données de résultat d'essai avec la loi de Weibull (voir l'IEC 61649).

La régression de rang médian doit être utilisée si le nombre de défaillances est inférieur ou égal à 20. Si le nombre de défaillances est supérieur à 10, la méthode de l'estimation de vraisemblance maximale peut être utilisée pour obtenir les estimations ponctuelles des paramètres de distribution β et η . L'essai de validité de l'ajustement de Kolmogorov-Smirnov (H) avec la loi de Fisher (F_γ) à $\gamma = 60\%$ doit être vérifié avec l'Équation (K.1) afin de valider les données du résultat:

$$H \geq F_\gamma(2\lfloor(r-1)/2\rfloor, 2\lfloor r/2\rfloor) \quad (\text{K.1})$$

où le symbole $\lfloor x \rfloor$ est utilisé pour indiquer l'entier le plus grand inférieur ou égal à x .

NOTE 1 L'IEC 61649 donne des détails et des exemples de calcul.

NOTE 2 Si le nombre de défaillances est compris entre 10 et 20, il est recommandé de procéder à l'évaluation avec la méthode de régression de rang médian et la méthode d'estimation de vraisemblance maximale. Il convient de garder le résultat le plus sévère.

Si un essai est terminé à un instant T spécifié avant la défaillance de toutes les entités, les données sont dites censurées en fonction du temps. Une entité en essai qui n'a fait l'objet d'aucune défaillance selon le mode de défaillance en question est une suspension. En principe, les suspensions sont incluses dans l'analyse par ajustement du classement. Toutefois, la présente annexe indique une méthode simplifiée d'estimation des paramètres de Weibull par l'omission des suspensions. La censure et la suspension sont présentées plus en détail dans l'IEC 60300-3-5, les calculs associés étant couverts par l'IEC 61649.

NOTE 3 L'IEC 61649 donne des lignes directrices supplémentaires pour l'évaluation avec une feuille de calcul.

K.3.5.3 Régression de rang médian

La régression de rang médian est la méthode préférentielle d'estimation des paramètres de distribution, s'appuyant sur des techniques de régression linéaire dont les variables sont le rang médian et le cycle de manœuvres.

En l'absence de table de rangs médians et de moyen de calculer les rangs médians à l'aide de la distribution Bêta, l'approximation de Bernard, l'Équation (K.2), peut être utilisée, où:

$$F_i = \frac{(i-0,3)}{(N+0,4)} \times 100 \% \quad (\text{K.2})$$

où N est l'effectif d'échantillon, et i la position classée de l'élément de données considéré.

NOTE 1 Cette équation est le plus souvent utilisée pour $N \leq 30$; pour $N > 30$, la correction de la fréquence cumulée peut être ignorée: $F_i = (i/N) \times 100 \%$.

Un petit effectif d'échantillon rend plus difficile la possibilité de déterminer la validité de l'ajustement. Le coefficient de détermination est le plus utilisé pour vérifier la loi de Weibull. Il doit être calculé à l'aide de l'Équation (K.3):

$$r^2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n} \right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n(\bar{x})^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n(\bar{y})^2 \right)} \quad (\text{K.3})$$

où (x_i) et (y_i) , $i=[1..n]$ sont respectivement les rangs médians et la durée de défaillance.

r^2 est la proportion de variation des données, qui peut être expliquée par l'hypothèse de Weibull. Plus la valeur est proche de 1, plus les données sont adaptées à une loi de Weibull. Plus la valeur est proche de 0, moins l'ajustement est adapté.

Les étapes de la procédure de tracé des ensembles de données sont présentées ci-dessous.

- a) en premier lieu, classer les durées en cycle de manœuvres, du plus tôt au plus tard;
- b) utiliser l'approximation de Bernard (Équation (K.2)) pour calculer les rangs médians;
- c) tracer les durées de défaillance (x) par rapport aux rangs médians F_i (y) sur un papier de Weibull 1×1 ou sur une feuille logarithmique pour déduire x_{ln} et y_{ln} ;
- d) calculer une fonction de régression linéaire pour obtenir l'équation de la droite

$$y_{ln} = \hat{\beta} x_{ln} + b \quad (\text{K.4})$$

e) calculer

$$\hat{\eta} = e^{\left(\frac{b}{\hat{\beta}} \right)}; \quad (\text{K.5})$$

f) tracer la droite de régression sur le graphique pour vérifier l'ajustement.

NOTE 2 En principe, pour des dispositifs électromagnétiques, $\hat{\beta}$ est supérieur ou égal à 1.

K.3.6 Durée de vie utile et limite supérieure du taux de défaillance

K.3.6.1 Méthode numérique

En supposant un taux de défaillance constant, la durée de vie utile est déterminée comme étant le nombre de cycles pour lequel, avec le niveau de confiance le plus faible, 10 % de la population de dispositifs aura fait l'objet d'une défaillance ($B_{10|LowerLimit}$).

Pour 20 points de données au maximum, avec ou sans périodes de censure, les paramètres de Weibull $\hat{\beta}$ et $\hat{\eta}$ obtenus avec la régression de rang médian (K.3.5.3) doivent être utilisés.

K.3.6.2 Estimation ponctuelle du fractile (10 %) de la durée de fonctionnement avant défaillance

Calculer $\hat{B}_{10}$ avec l'Équation (K.6), l'estimation ponctuelle de B_{10} , la durée pour laquelle 10 % de la population aura fait l'objet d'une défaillance:

$$\hat{B}_{10} = \hat{\eta} \left[\ln \left(\frac{1}{0,9} \right) \right]^{1/\hat{\beta}} \quad (K.6)$$

K.3.6.3 Durée de vie utile

Calculer le niveau de confiance $(1 - \gamma)100$ % inférieur de B_{10} à l'aide des équations (K.7), (K.8), (K.9) et (K.10):

$$h_1 = \ln [-\ln(0,9)] \quad (K.7)$$

$$\delta_1 = \frac{-A_6 x^2 - r h_1 + x \sqrt{(A_6^2 - A_4 A_5) x^2 + r A_4 + 2 r h_1 A_6 + r A_5 h_1^2}}{r - x^2 A_5} \quad (K.8)$$

où

$$x = u_\gamma$$

est le fractile γ de la distribution normale. Sauf spécification contraire du constructeur, un niveau de confiance inférieur de 60 % doit être utilisé (donc, $\gamma = 0,4$ et $u_\gamma = 0,2533$).

A_4 , A_5 et A_6

sont calculés comme suit, à l'aide du rapport $q = r/n$:

$$A_4 = 0,49q - 0,134 + 0,622 q^{-1};$$

$$A_5 = 0,2445 (1,78 - q) (2,25 + q);$$

$$A_6 = 0,029 - 1,083 \ln (1,325q).$$

NOTE Pour plus de références, voir 10.4 et 10.5 de l'IEC 61649:2008.

$$Q_1 = e^{\left(-\frac{\delta_1 + h_1}{\hat{\beta}} \right)} \quad (K.9)$$

$$B_{10|LowerLimit} = Q_1 \hat{B}_{10} \quad (K.10)$$

Cette valeur de $B_{10|LowerLimit}$ est considérée comme la durée de vie utile.

K.3.6.4 Limite supérieure du taux de défaillance

La limite supérieure du taux de défaillance par manœuvre est donnée par l'Équation (K.11):

$$\lambda_u = \frac{-\ln(0,9)}{B_{10|LowerLimit}} \approx \frac{1}{10 \times B_{10|LowerLimit}} \quad (K.11)$$

K.3.7 Données de fiabilité

Les données de fiabilité obtenues des évaluations précédentes sont les suivantes:

- taux de défaillance par manœuvre: λ_u .
- durée de vie utile = $B_{10|LowerLimit}$

Pour une application donnée, dans laquelle le nombre de manœuvres par heure c est inférieur au taux de commutation maximal, le taux de défaillance λ , exprimé en "par heure", est donné par le taux de défaillance exprimé en "par manœuvre", λ_u , multiplié par c :

$$\lambda = \lambda_u \times c \quad (K.12)$$

La valeur de F (rapport entre les défaillances dangereuses et le nombre total de défaillances) de chacun des modes de défaillance du Tableau K.1 est définie par la norme de produit correspondante. Si elle est disponible et pertinente, elle doit être utilisée pour évaluer le taux de défaillance dangereuse.

S'il peut être démontré qu'elle n'est pas pertinente en raison des caractéristiques de conception du dispositif, le constructeur peut déterminer la valeur de F par analyse et évaluation des données statistiques des modes de défaillance obtenues pendant les essais. Dans ce cas, le pourcentage minimal admis pour la valeur de F doit être de 20 %.

En l'absence de données disponibles dans la norme de produit, et s'il s'avère impossible ou peu pratique de déterminer par ces méthodes la valeur de F , il convient de sélectionner 50 % des défaillances:

$$\lambda_D = \lambda \times F \quad (K.13)$$

NOTE Les valeurs B_{10} peuvent être utilisées pour fournir des valeurs B_{10D} :

$$B_{10D} = \frac{B_{10|LowerLimit}}{F}$$

K.4 Informations sur les données

Un ensemble de données de fiabilité du produit doit inclure une combinaison des caractéristiques pertinentes suivantes:

- taux de défaillance par manœuvre λ_u (voir K.3.7);
- durée de vie utile (voir K.3.6.3);
- niveau de confiance, s'il est différent de 60 %;

- courant sans établissement-coupure ou catégorie d'emploi;
- taux de commutation maximal;
- tension maximale, si elle est différente de U_e ;
- courant maximal de fonctionnement pour la catégorie d'emploi spécifiée, s'il est différent de I_e ;
- durée de vie globale = 20 ans, sauf spécification contraire du constructeur;

NOTE La durée de vie globale de 20 ans est en général utilisée comme référence statistique pour l'analyse de fiabilité.

- conditions d'environnement, si elles sont différentes des conditions normales.

Des exemples sont donnés de K.5.1 à K.5.3.

K.5 Exemple

K.5.1 Résultats d'essai

15 dispositifs ($n = 15$) au total ont été soumis à essai simultanément jusqu'à leur défaillance. Les 15 durées de fonctionnement avant défaillance ($r = 15$) sont ordonnées avec i dans le Tableau K.2.

Tableau K.2 – Exemple de 15 durées de fonctionnement avant défaillance des contacteurs triées dans l'ordre croissant

i	Cycles t_i
1	1 000 000
2	1 250 000
3	1 400 000
4	1 550 000
5	1 650 000
6	1 750 000
7	1 850 000
8	1 950 000
9	2 050 000
10	2 150 000
11	2 280 000
12	2 420 000
13	2 500 000
14	2 700 000
15	2 800 000

K.5.2 Loi de Weibull et régression de rang médian

Le calcul des rangs médians donne les résultats suivants:

Tableau K.3 – Exemple de calcul de rang médian

i	Cycles t_i	Rangs médians
1	1 000 000	4,5 %
2	1 250 000	11,0 %
3	1 400 000	17,5 %
4	1 550 000	24,0 %
5	1 650 000	30,5 %
6	1 750 000	37,0 %
7	1 850 000	43,5 %
8	1 950 000	50,0 %
9	2 050 000	56,5 %
10	2 150 000	63,0 %
11	2 280 000	69,5 %
12	2 420 000	76,0 %
13	2 500 000	82,5 %
14	2 700 000	89,0 %
15	2 800 000	95,5 %

Le coefficient de détermination $r^2 = 0,998$. Cette valeur, proche de 1, indique un bon ajustement à une loi de Weibull.

La régression linéaire à deux échelles logarithmiques naturelles donne: $y = 3,908 x - 57$.

À partir de cette équation, les paramètres de distribution peuvent être déduits: $\hat{\beta} = 3,908$ et $\hat{\eta} = 2\,149\,131$.

Le résultat d'ajustement obtenu par la régression de rang médian donne l'assurance d'une bonne loi de Weibull (voir la Figure K.1).

K.5.3 Durée de vie utile et taux de défaillance

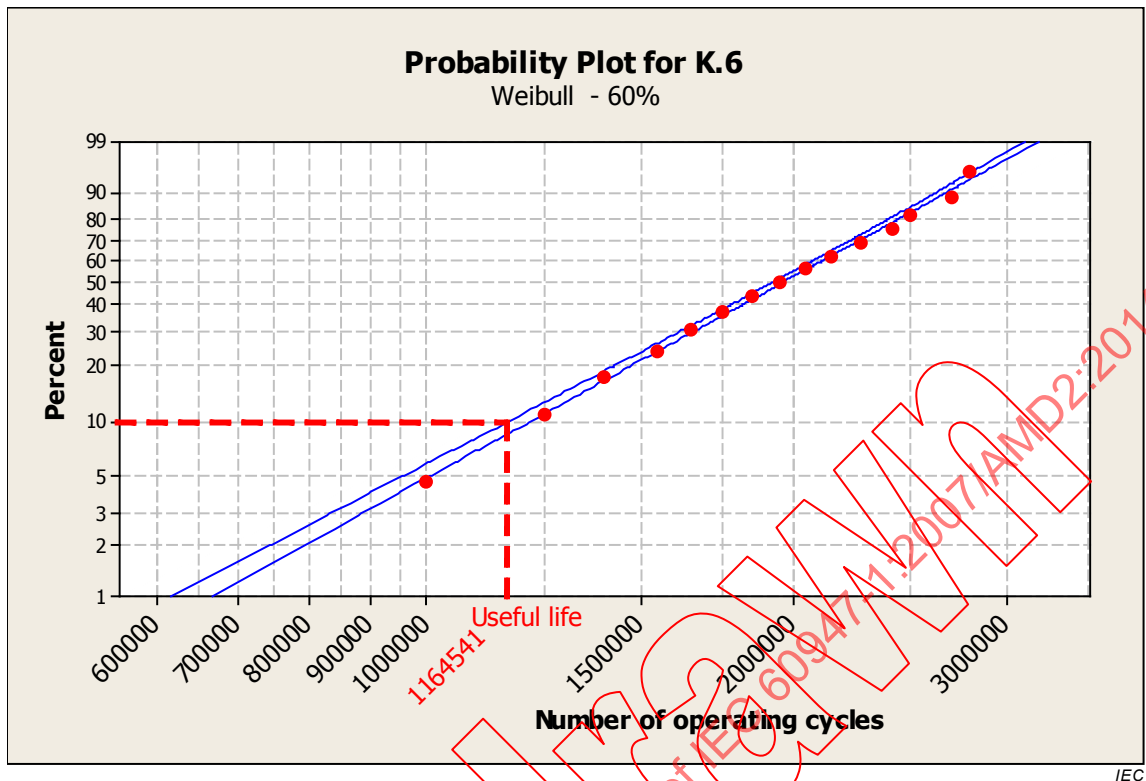
Pour calculer le niveau de confiance le plus faible du nombre de cycles pour lequel 10 % des contacteurs ont fait l'objet d'une défaillance, cet exemple est conforme à K.3.5.

Estimation ponctuelle $\hat{B}_{10} = 1\,212\,879$

Facteur $Q_1 = 0,960\,1$ et $B_{10|lowerLimit} = 1\,164\,541$

Enfin, la limite supérieure du taux de défaillance $\lambda_u = 9,05 \times 10^{-8}$

Le résultat de cette méthode numérique est illustré à la Figure K.1.



Légende

Anglais	Français
Probability plot for K.6	Tracé de probabilité pour K.6
Percent	Pourcentage
Useful life	Durée de vie utile
Number of operating cycles	Nombre de cycles de manœuvres

Figure K.1 – Tracé de la régression de rang médian Weibull

Annexe N – Exigences et essais pour le matériel avec séparation de protection

N.3.1 Généralités

Supprimer, dans la première phrase du premier tiret, le mot "seule".

Ajouter, à la fin du texte existant de ce paragraphe, la nouvelle note suivante:

NOTE La double isolation peut également être adaptée aux parties accessibles à l'extérieur de l'enveloppe du matériel (les accessoires IHM, par exemple).

N.3.2.2 Distances d'isolement

Remplacer, dans la première phrase existante, "donnés en 3.1.5 de la CEI 60664-1" par "donnés en 5.1.6 de l'IEC 60664-1:2007".

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

Annexe O – Aspects environnementaux

Remplacer le titre et le texte existants de cette annexe par ce qui suit:

Annexe O (informative)

Écoconception

O.1 Généralités

Tout produit a un impact sur l'environnement qui peut se produire au cours de l'une des phases de son cycle de vie ou tout au long de celui-ci – acquisition des matières premières, fabrication, distribution, utilisation, maintenance, valorisation et fin de vie. L'importance de ces impacts peut s'échelonner de faible à significative; ils peuvent être à court ou à long terme, et ils peuvent se produire au niveau local, national, régional ou mondial (ou une combinaison de ces éléments).

L'utilisation généralisée des produits électriques et électroniques a conduit à une prise de conscience accrue de leurs effets sur l'environnement. En conséquence, une législation et des exigences dictées par le marché en faveur d'une écoconception des produits commencent à émerger.

L'introduction continue de nouveaux produits et matériaux peut rendre les évaluations de plus en plus complexes, dans la mesure où les données complémentaires doivent être rassemblées afin d'évaluer les impacts du cycle de vie de ces nouveaux produits et matériaux. Les données rassemblées sont à utiliser comme base en vue de l'amélioration des produits eu égard aux impacts sur l'environnement. Les principes d'analyse du cycle de vie et d'écoconception offrent des moyens qui peuvent être utiles à cet égard.

L'analyse du cycle de vie et de l'écoconception vise à réduire les impacts négatifs pour l'environnement d'un produit tout au long de son cycle de vie. Cette approche peut impliquer la recherche d'un équilibre entre les effets sur l'environnement du produit et d'autres facteurs comme son utilisation prévue, ses performances, son coût, la sécurité, sa qualité marchande et sa qualité intrinsèque, et le choix de méthodes pour satisfaire aux exigences légales et réglementaires de manière plus responsable vis-à-vis de l'environnement. La poursuite de cet objectif peut offrir des avantages multiples pour l'organisme concerné, ses clients et les autres parties prenantes. La prise en compte des aspects liés à l'environnement, plus particulièrement au tout début du processus de conception du produit, peut contribuer à réduire les coûts et à améliorer la qualité marchande du produit. L'écoconception n'est pas une activité de conception isolée; elle fait plutôt partie intégrante du processus de conception existant. Dans le contexte de la présente norme, la "conception" inclut les activités associées aux processus de planification du produit, de développement et de prise de décision, ainsi que la création de politiques à suivre au sein de l'organisme.

L'écoconception est destinée à être utilisée par toutes les parties concernées par la conception et le développement de produits électriques et électroniques. Toutes les parties prenantes à la chaîne logistique sont concernées indépendamment de leur type d'organisation, de leur taille, de leur emplacement et de leur complexité. Elle est applicable à tous les types de produits, neufs aussi bien que modifiés. Des documents spécifiques à un secteur peuvent être développés pour répondre aux besoins qui ne sont pas couverts dans le présent document. L'utilisation de la présente annexe comme référence de base est préconisée, afin d'assurer une cohérence au sein du secteur électrotechnique.

La présente annexe donne un ensemble d'exigences applicables au processus d'écoconception reflétant le contenu de l'IEC 62430.

O.2 Domaine d'application de la présente annexe

La présente annexe spécifie les exigences et les procédures destinées à intégrer les aspects environnementaux dans les processus de conception et de développement des produits de la série IEC 60947, y compris les combinaisons de produits, et des matériaux et éléments constitutifs qui les composent (désignés dans la suite du texte sous le terme produits) par le processus d'écoconception.

NOTE 1 L'existence de la présente annexe n'interdit pas aux secteurs de produits particuliers de la série IEC 60947 d'établir des normes ou des lignes directrices plus spécifiques et qui leur seraient propres. Dans le cas où de tels documents sont établis, il est recommandé d'utiliser la présente annexe ou la norme IEC 62430 comme référence dans un souci de maintien de la cohérence au sein du secteur électrotechnique.

Le terme environnement, tel qu'il est utilisé dans la présente annexe, diffère du terme tel qu'il est utilisé dans les publications de l'IEC traitant de l'impact des conditions d'environnement sur les produits électrotechniques.

NOTE 2 Concernant les impacts des conditions d'environnement sur le comportement des produits, il est fait référence à la série IEC 60068, à la série IEC 60721 et au Guide 106 de l'IEC.

O.3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente annexe, les termes et définitions suivants s'appliquent.

O.3.1

conception et développement

activités qui utilisent une idée ou une exigence et la transforment en un produit

NOTE Le processus de conception et de développement suit généralement une série d'étapes définies qui commencent avec une idée de départ et transforment celle-ci en une spécification formalisée débouchant sur la création d'un prototype de travail et sur la documentation nécessaire pour permettre la production des biens ou la fourniture du service.

[IEC 62430:2009, 3.1]

O.3.2

environnement

milieu dans lequel un organisme fonctionne, incluant l'air, l'eau, le sol, les ressources naturelles, la flore, la faune, les êtres humains et leurs interrelations

NOTE Dans ce contexte, le milieu s'étend de l'intérieur de l'organisme au système global.

[ISO 14001:2004, 3.5]

O.3.3

aspect environnemental

élément des activités ou produits d'un organisme susceptible d'interactions avec l'environnement

NOTE Un aspect environnemental significatif a ou peut avoir un impact environnemental significatif.

[IEC 62430:2009, 3.3]

O.3.4

impact environnemental

toute modification de l'environnement, négative ou bénéfique, résultant totalement ou partiellement des aspects environnementaux d'un organisme

[ISO 14001:2004, 3.7]

O.3.5

paramètre environnemental

attribut quantifiable d'un aspect environnemental

EXEMPLE Les paramètres environnementaux englobent le type et la quantité de matériaux utilisés (masse, volume), la consommation d'énergie, les émissions, le taux de recyclabilité, etc.

[IEC 62430:2009, 3.5]

O.3.6

écoconception

ECD

approche systématique qui prend en compte les aspects environnementaux dans le processus de conception et de développement dans le but de réduire les impacts nocifs sur l'environnement

NOTE L'abréviation "ECD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "environmentally conscious design".

[IEC 62430:2009, 3.6]

O.3.7

outil d'écoconception

méthode formalisée qui facilite l'analyse qualitative ou quantitative, la comparaison et/ou la recherche de solutions au cours du processus ECD

[IEC 62430:2009, 3.7]

O.3.8

cycle de vie

phases consécutives et liées d'un système de produits, de l'acquisition des matières premières ou de la génération à partir de ressources naturelles à l'élimination finale

[ISO 14040:2006, 3.1]

O.3.9

analyse du cycle de vie

ACV

compilation et évaluation des entrants et des sortants, ainsi que des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie

[ISO 14040:2006, 3.2]

O.3.10

phase du cycle de vie

élément d'un cycle de vie

NOTE 1 L'expression anglaise 'life cycle phase' est quelquefois utilisée indifféremment avec 'life cycle stage'.

NOTE 2 Exemples des phases d'un cycle de vie: l'acquisition des matières premières et la production; la fabrication; le conditionnement et la distribution; l'installation et l'utilisation; la maintenance et l'amélioration et la fin de vie.

[IEC 62430:2009, 3.10]

O.3.11

approche du cycle de vie

LCT

prise en compte de tous les aspects environnementaux au cours de tout le cycle de vie des produits

NOTE L'abréviation "LCT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "life cycle thinking".

[IEC 62430:2009, 3.11]

O.3.12

organisme

ensemble d'installations et de personnes avec des responsabilités, pouvoirs et relations

[IEC 62430:2009, 3.12]

O.3.13

processus

ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforment des éléments d'entrée en éléments de sortie

NOTE 1 Les éléments d'entrée d'un processus sont généralement les éléments de sortie d'autres processus.

NOTE 2 Les processus d'un organisme sont généralement planifiés et mis en œuvre dans des conditions maîtrisées afin d'apporter une valeur ajoutée.

[IEC 62430:2009, 3.13]

O.3.14

produit

tout bien ou service

NOTE Cela inclut les biens ou services interconnectés et/ou corrélés.

[IEC 62430:2009, 3.14]

O.3.15

catégorie de produit

groupe de produits analogues d'un point de vue technologique ou fonctionnel dont les aspects environnementaux peuvent être raisonnablement prévus comme étant similaires ou pouvant être déduits selon certains aspects fonctionnels des produits (le poids ou la plage de performances, par exemple)

[IEC 62430:2009, 3.15, modifiée]

O.3.16

partie prenante

individu, groupe ou organisme qui a un intérêt dans un organisme ou une activité

NOTE Généralement, une partie prenante peut influencer ou est influencée par l'organisme ou l'activité.

[IEC 62430:2009, 3.16]

O.3.17

recyclage

retraitement, dans un processus de production, des matériaux de rebut pour l'usage initial ou pour d'autres usages mais à l'exclusion de la récupération d'énergie

[Guide IEC 109:2012, 3.16, modifiée]

O.3.18

aptitude au recyclage

propriété d'une substance ou d'un matériau et des pièces/produits fabriqués à partir de ces substances ou matériaux, leur permettant d'être recyclés

NOTE L'aptitude au recyclage d'un produit n'est pas seulement déterminée par l'aptitude au recyclage des matériaux qu'il contient. La structure du produit et la logistique sont aussi des facteurs très importants.

[Guide IEC 109:2012, 3.15, modifiée]

O.3.19

fin de vie

EOL

état d'un produit lorsqu'il est définitivement retiré de son emploi prévu ou de son objet initial

NOTE L'abréviation "EOL" est dérivée du terme anglais développé correspondant "end of life".

[Guide IEC 109:2012, 3.1, modifié]

O.3.20

récupération d'énergie

utilisation de déchets combustibles comme un moyen de générer de l'énergie par l'incinération directe avec ou sans autre déchet mais avec récupération de la chaleur

[Guide IEC 109:2012, 3.2, modifié]

O.4 Considérations générales

Il convient de vérifier que la considération des points suivants conduit toujours à une réduction de l'impact négatif du produit sur l'environnement pendant son cycle de vie:

- la préservation des matériaux;
- l'usage efficace de l'énergie et des ressources;
- la réduction des émissions et des déchets;
- le contenu minimal en matériau d'un produit (y compris les matériaux d'emballage);
- la diminution du nombre de matériaux différents;
- la substitution ou la réduction de l'utilisation de substances dangereuses;
- la réutilisation/remise à neuf des sous-ensembles ou des composants;
- la possibilité d'actualisation technique;
- la conception pour la maintenance, le démontage et l'aptitude au recyclage;
- le revêtement de surface ou autres combinaisons de matériaux augmentant l'aptitude au recyclage;
- le marquage;
- le mode d'emploi/l'information adéquate relative à l'environnement pour l'utilisateur.

Cela donne lieu à la mise en œuvre du processus adapté de prise en compte de l'impact des produits sur l'environnement. Il convient que le processus reflète le principe normalisé d'écoconception reposant sur l'approche du cycle de vie.

L'Article O.5 décrit les exigences fondamentales d'écoconception à mettre en œuvre par l'organisme. L'Article O.6 décrit le processus d'écoconception à mettre en œuvre sur une base opérationnelle.