

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**High-voltage switchgear and controlgear –
Part 106: Alternating current contactors, contactor-based controllers and motor-
starters**

**Appareillage à haute tension –
Partie 106: Contacteurs, combinés de démarrage à contacteurs et démarreurs de
moteurs, pour courant alternatif**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62271-106

Edition 1.0 2011-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**High-voltage switchgear and controlgear –
Part 106: Alternating current contactors, contactor-based controllers and motor-
starters**

**Appareillage à haute tension –
Partie 106: Contacteurs, combinés de démarrage à contacteurs et démarreurs de
moteurs, pour courant alternatif**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XC**
CODE PRIX

ICS 29.130.10

ISBN 978-2-88912-637-8

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 General	5
2 Normal and special service conditions	7
3 Terms and definitions	7
4 Ratings.....	19
5 Design and construction	32
6 Type tests	36
7 Routine tests	57
8 Guide to the selection of contactors and motor-starters for service.....	58
9 Information to be given with enquiries, tenders and orders	62
10 Transport, storage, installation, operation and maintenance	63
11 Safety.....	63
Annex A (normative) Records and reports of type tests for making, breaking and short-time current performance	70
Annex B (normative) Tolerances	73
Annex C (informative) List of symbols and abbreviations	79
Bibliography.....	80
Figure 1 – Examples of speed/time curves.....	64
Figure 2 – Test duties A and B – preferred earth point	65
Figure 3 – Test duties A and B – alternative earth point	65
Figure 4 – Test duty C – preferred earth point.....	66
Figure 5 – Test duty C – alternative earth point.....	66
Figure 6 – Representation by two parameters of a prospective TRV of a circuit	67
Figure 7 – Representation of the specified TRV by a two-parameter reference line and a delay line	67
Figure 8 – Determination of power frequency recovery voltage	68
Figure 9 – Characteristics for determining take-over current	69
Table 1 – Ratings and characteristics	20
Table 2 – Utilization categories	26
Table 3 – Characteristics dependent on starter type	31
Table 4 – Applicable type tests	37
Table 5 – Intermittent duty operating cycles.....	40
Table 6 – Verification of rated making and breaking capacities – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories at rated voltage U_r	44
Table 7 – Relationship between current broken I_C and OFF time	47
Table 8 – Overload current withstand requirements	48
Table 9 – Transient recovery voltage characteristics.....	53
Table 10 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories.....	55
Table B.1 – Tolerances on test quantities for type test.....	73

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 106: Alternating current contactors,
contactor-based controllers and motor-starters**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62271-106 has been prepared by subcommittee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This standard cancels and replaces the second edition of IEC 60470 published in 1999. It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC 60470:1999:

- **Scope and object:** The voltage range covered by the standard was expanded from 12 kV to 24 kV. Overload relay calibration and testing is not covered by this standard.
- **3 Terms and definitions:** Added definitions for capacitor switching classes.
- **4.1 Rated voltage:** Added 15, 17,5 and 24 kV as standard voltage values.
- **4.109.2 Starting duty of reduced-voltage starters:** Added ratings for autotransformer and reactor starters (was in the testing section).

- 4.112 Rated capacitive switching currents: Added capacitor switching current ratings.
- 5.101 Protective relays: Removed the requirements for overload relays. This section is obsolete since there are only a few MV starters fitted with thermal overload relays and electronic relays have their own standards.
- 6.2.5 Application of the test voltage and test conditions (former 6.2.2 b)): Changed wording of requirement for impulse across the open gap of vacuum contactors.
- 6.4.2 Auxiliary circuits: The requirement for resistance checks of auxiliary circuits was deleted.
- 6.5.5.104 Temperature rise of the auto-transformer or reactor for two-step auto-transformer or reactor starters: Reworded to transfer ratings to subclause 4.109.2.
- 6.102.9 Condition following making and breaking tests: Gave specific direction as to what the tolerance should be based on where the resistance was to be checked.
- 6.104 Short-circuit current making and breaking tests: Clarified test conditions for short-circuit testing.
- 6.109 Capacitive current switching tests: Added capacitive current switching tests.
- Annex B: Added Table B.1 – Tolerances on test quantities for type test.

This standard is to be read in conjunction with IEC 62271-1:2007, to which it refers and which is applicable unless otherwise specified in this standard. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and subclauses is used as in IEC 62271-1. Amendments to these clauses and subclauses are given under the same references whilst additional subclauses are numbered from 101.

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

FDIS	Report on voting
17A/971/FDIS	17A/976/RVD

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

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

The list of all parts of the IEC 62271 series under the general title, *High-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this 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.

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 106: Alternating current contactors, contactor-based controllers and motor-starters

1 General

1.1 Scope and object

This part of IEC 62271 is applicable to a.c. contactors and/or contactor-based controllers and motor-starters designed for indoor installation and operation at frequencies up to and including 60 Hz on systems having voltages above 1 000 V but not exceeding 24 000 V.

It is applicable only to three-pole devices for use in three-phase systems, and single-pole devices for use in single-phase systems. Two-pole contactors and starters for use in single-phase systems are subject to agreement between manufacturer and user.

Contactors and/or starters dealt with in this standard typically do not have adequate short-circuit interruption capability. In this context, this standard gives requirements for

- motor starters associated with separate short-circuit protective devices;
- controllers - contactors combined with short-circuit protective devices (SCPD).

Contactors intended for closing and opening electric circuits and, if combined with suitable relays, for protecting these circuits against operating overloads are covered in this standard.

This standard is also applicable to the operating devices of contactors and to their auxiliary equipment.

Motor-starters intended to start and accelerate motors to normal speed, to ensure continuous operation of motors, to switch off the supply from the motor and to provide means for the protection of motors and associated circuits against operating overloads are dealt with.

Motor-starter types included are

- direct-on-line starters;
- reversing starters;
- two-direction starters;
- reduced kVA (voltage) starters;
 - auto-transformer starters;
 - rheostatic starters;
 - reactor starters.

This standard does not apply to

- circuit-breaker-based motor-starters;
- single-pole operation of multi-pole contactors or starters;
- two-step auto-transformer starters designed for continuous operation in the starting position;
- unbalanced rheostatic rotor starters, i.e. where the resistances do not have the same value in all phases;

- equipment designed not only for starting, but also for adjustment of speed;
- liquid starters and those of the "liquid-vapour" type;
- semiconductor contactors and starters making use of semiconductor contactors in the main circuit;
- rheostatic stator starters;
- contactors or starters designed for special applications.

This standard does not deal with components contained in contactors and contactor-based motor-starters, for which individual specifications exist.

NOTE 1 Thermal electrical relays are covered by IEC 60255-8.

NOTE 2 High-voltage current-limiting fuses are covered by IEC 60282-1 and IEC 60644.

NOTE 3 Metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV are covered by IEC 62271-200.

NOTE 4 Disconnectors and earthing switches are covered by IEC 62271-102.

NOTE 5 High-voltage switches above 1 kV and less than 52 kV are covered by IEC 62271-103¹.

The object of this standard is to state

- a) the characteristics of contactors and starters and associated equipment;
- b) the conditions with which contactors or starters shall comply with reference to:
 - 1) their operation and behaviour,
 - 2) their dielectric properties,
 - 3) the degrees of protection provided by their enclosures, where applicable,
 - 4) their construction,
 - 5) for controllers, interactions between the various components, for example SCPD co-ordination;
- c) the tests intended for confirming that these conditions have been met, and the methods to be adopted for these tests;
- d) the information to be given with the equipment or in the manufacturer's literature.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60282-1, *High-voltage fuses – Part 1: Current-limiting fuses*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60644, *Specification for high-voltage fuse-links for motor circuit applications*

IEC 62271-1:2007, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications*

IEC 62271-100:2008, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers*

¹ To be published

IEC 62271-102, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*

IEC 62271-200:2003, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

2 Normal and special service conditions

2.1 Normal service conditions

Subclause 2.1 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition:

For outdoor installations, refer to 8.102.6.

2.2 Special service conditions

Subclause 2.2 of IEC 62271-1 is applicable with the following exception:

2.2.1 Altitude

Subclause 2.2.1 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition:

NOTE Above 1 000 m it is often necessary to make adjustments. See 8.102.7.

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the terms and definitions given in Clause 3 of IEC 62271-1, as well as the following, apply.

3.1 General terms and definitions

3.1.101

controlgear

general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures and supporting structures, intended in principle for the control of electric energy consuming equipment

[IEC 60050-441:1984, 441-11-03]

3.1.102

over-current

current exceeding the rated current

[IEC 60050-441:1984, 441-11-06]

3.1.103

short-circuit current

over-current resulting from a short circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit

[IEC 60050-441:1984, 441-11-07]

3.1.104

overload

operating conditions in an electrically undamaged circuit, which cause an over-current

[IEC 60050-441:1984, 441-11-08]

3.1.105

conductive part

part which is capable of conducting current although it may not necessarily be used for carrying service current

[IEC 60050-441:1984, 441-11-09]

3.1.106

ambient air temperature

temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the complete switching device or fuse

NOTE For switching devices or fuses installed inside an enclosure, it is the temperature of the air outside the enclosure.

[IEC 60050-441:1984, 441-11-13]

3.2 Assemblies of switchgear and controlgear

Clause 3.2 of IEC 62271-1 applies

3.3 Parts of assemblies

Clause 3.3 of IEC 62271-1 applies.

3.4 Switching devices

3.4.101

switching device

device designed to make or break the current in one or more electric circuits

[IEC 60050-441:1984, 441-14-01]

3.4.102

mechanical switching device

switching device (such as a contactor or a disconnecter) designed to close and open one or more electric circuits by means of separable contacts

[IEC 60050-441:1984, 441-14-02, modified]

3.4.103

disconnecter

mechanical switching device which provides, in the open position, an isolating distance in accordance with specified requirements

NOTE 1 A disconnecter is capable of opening and closing a circuit either when negligible current is broken or made, or when no significant change in the voltage across the terminals of each of the poles of the disconnecter occurs. It is also capable of carrying currents under normal circuit conditions and carrying for a specified time currents under abnormal conditions such as those of short circuit.

NOTE 2 A withdrawable contactor assembly may be used as a disconnecter.

NOTE 3 In North America, this device is also called an isolating means or an isolating switch.

[IEC 60050-441:1984, 441-14-05, modified]

3.4.104**earthing switch**

mechanical switching device for earthing parts of a circuit, capable of withstanding for a specified time currents under abnormal conditions such as those of short circuit, but not required to carry current under normal conditions of the circuit

NOTE An earthing switch may have a short-circuit making capacity.

[IEC 60050-441:1984, 441-14-11]

3.4.105**contactor (mechanical)**

mechanical switching device having only one position of rest, operated otherwise than by hand, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions

NOTE Contactors may be designated according to the method by which the force for closing the main contacts is provided.

[IEC 60050-441:1984, 441-14-33]

3.4.106**electromagnetic contactor**

contactor in which the force for closing or opening the main contacts is provided by an electromagnet

3.4.107**vacuum contactor**

contactor in which the main contacts open and close within a highly evacuated envelope

3.4.108**SF₆ contactor**

contactor in which the main contacts open and close within an SF₆ gas-filled compartment

3.4.109**latched contactor**

contactor, the moving elements of which are prevented by means of a latching arrangement from returning to the position of rest when the operating means are de-energized

NOTE The latching, and the release of the latching, may be mechanical, electromagnetic, pneumatic, etc.

[IEC 60050-441:1984, 441-14-34, modified]

3.4.110**starter**

combination of all the switching means necessary to start and stop a motor in combination with suitable overload protection

[IEC 60050-441:1984, 441-14-38, modified]

3.4.110.1**direct-on-line starter**

starter which connects the line voltage across the motor terminals in one step

[IEC 60050-441:1984, 441-14-40]

3.4.110.2**reversing starter**

starter intended to cause the motor to reverse the direction of rotation by reversing the motor primary connections even when the motor is running

3.4.110.3

two-direction starter

starter intended to cause the motor to reverse the direction of rotation by reversing the motor primary connections only when the motor is not running

3.4.110.4

reduced kVA (voltage) starter

starter which reduces the starting kVA of the motor

NOTE Reduced kVA starters may include auto-transformer, reactor, rheostatic starters.

3.4.110.5

auto-transformer starter

starter which uses one or more reduced voltages derived from an auto-transformer

3.4.110.6

rheostatic starter

starter utilizing one or several resistors for obtaining, during starting, stated motor torque characteristics and for limiting the current

NOTE A rheostatic starter generally consists of three basic parts, which may be supplied either as a composite unit or as separate units to be connected at the place of utilization:

- the mechanical switching devices for supplying the stator (generally associated with an overload protective device);
- the resistor(s) inserted in the rotor circuit;
- the mechanical switching devices for cutting out the resistor(s) successively.

[IEC 60050-441:1984, 441-14-42, modified]

3.4.110.7

rheostatic rotor starter

rheostatic starter for an asynchronous wound-rotor motor which, during the starting period, cuts out successively one or several resistors previously provided in the rotor circuit

[IEC 60050-441:1984, 441-14-43]

3.4.110.8

reactor starter

primary reactor starter

starter that includes a reactor connected in series with the stator winding of an alternating current motor to furnish reduced voltage for starting

3.4.110.9

electromagnetic starter

starter in which the force for closing the main contacts is provided by an electromagnet

3.4.110.10

***n*-step starter**

starter in which there are ($n - 1$) intermediate accelerating positions between the off and full on positions

NOTE 1 A starter in which there is no intermediate accelerating position between the OFF and ON positions is a single step or direct-on-line starter (see 3.4.110.1).

NOTE 2 A starter in which there is only one intermediate accelerating position between the OFF and ON positions is known as a two-step starter.

NOTE 3 A three-step rheostatic starter has two sections of resistors used for starting.

[IEC 60050-441:1984, 441-14-41, modified]

**3.4.111
controller****combination starter**

equipment consisting of a contactor, overload protection, a manual externally operated disconnecter and a short-circuit protective device (SCPD), mounted and wired in a dedicated enclosure

NOTE 1 A dedicated enclosure is an enclosure specifically designed and dimensioned for its application, in which all tests are conducted, and which may also include an earthing function.

NOTE 2 A controller may be used for functions other than motor starting, for example transformer control and protection.

**3.4.111.1
transformer controller**

combination of all the switching means necessary to energize and de-energize a transformer in combination with suitable overload protection

**3.4.111.2
capacitor controller**

combination of all the switching means necessary to energize and de-energize a capacitor or capacitor bank in combination with suitable protection

**3.4.112
short-circuit protective device
SCPD**

device intended to protect a circuit or parts of a circuit against short-circuit currents by interrupting them

NOTE Usually this function is provided by fuses.

**3.4.113
contactor class C1**

contactor with a low probability of restrike during capacitive current breaking as demonstrated by the type tests (see 4.112)

**3.4.114
contactor class C2**

contactor with a very low probability of restrike during capacitive current breaking as demonstrated by type tests (see 4.112)

3.5 Parts of contactors and motor starters**3.5.101
pole of a switching device**

portion of a switching device associated exclusively with one electrically separated conducting path of its main circuit and excluding those portions which provide a means for mounting and operating all poles together

NOTE A switching device is called single-pole if it has only one pole. If it has more than one pole, it may be called multipole (two-pole, three-pole, etc.) provided the poles are or can be coupled in such a manner as to operate together.

[IEC 60050-441:1984, 441-15-01]

**3.5.102
main circuit (of a switching device)**

all the conductive parts of a switching device included in the circuit which it is designed to close or open

[IEC 60050-441:1984, 441-15-02]

3.5.103

control circuit (of a switching device)

all the conductive parts (other than the main circuit) of a switching device which are included in a circuit used for the closing operation or opening operation, or both, of the device

[IEC 60050-441:1984, 441-15-03]

3.5.104

auxiliary circuit (of a switching device)

all the conductive parts of a switching device which are intended to be included in a circuit other than the main circuit and the control circuits of the device

NOTE Some auxiliary circuits fulfil supplementary functions such as signalling, interlocking, etc., and, as such, they may be part of the control circuit of another switching device.

[IEC 60050-441:1984, 441-15-04]

3.5.105

main contact

contact included in the main circuit of a mechanical switching device, intended to carry, in the closed position, the current of the main circuit

[IEC 60050-441:1984, 441-15-07]

3.5.106

control contact

contact included in a control circuit of a mechanical switching device and mechanically operated by this device

[IEC 60050-441:1984, 441-15-09]

3.5.107

auxiliary contact

contact included in an auxiliary circuit and mechanically operated by the switching device

[IEC 60050-441:1984, 441-15-10]

3.5.108

"a" contact

make contact

control or auxiliary contact which is closed when the main contacts of the mechanical switching device are closed and open when they are open

[IEC 60050-441:1984, 441-15-12]

3.5.109

"b" contact

break contact

control or auxiliary contact which is open when the main contacts of a mechanical switching device are closed and closed when they are open

[IEC 60050-441:1984, 441-15-13]

3.6 Operation

3.6.101

operation (of a mechanical switching device)

transfer of the moving contact(s) from one position to an adjacent position

NOTE 1 For a circuit-breaker, this may be a closing operation or an opening operation.

NOTE 2 If distinction is necessary, an operation in the electrical sense, e.g. make or break, is referred to as a switching operation, and an operation in the mechanical sense, e.g. close or open, is referred to as a mechanical operation.

[IEC 60050-441:1984, 441-16-01]

3.6.102

operating cycle (of a mechanical switching device)

succession of operations from one position to another and back to the first position through all other positions, if any

NOTE 1 This may be a closing operation followed by an opening operation.

NOTE 2 A succession of operations not forming an operating cycle is referred to as an operating series.

[IEC 60050-441:1984, 441-16-02, modified]

3.6.103

closing operation (of a mechanical switching device)

operation by which the device is brought from the open position to the closed position

[IEC 60050-441:1984, 441-16-08]

3.6.104

opening operation (of a mechanical switching device)

operation by which the device is brought from the closed position to the open position

[IEC 60050-441:1984, 441-16-09]

3.6.105

closed position (of a mechanical switching device)

position in which the predetermined continuity of the main circuit of the device is secured

[IEC 60050-441:1984, 441-16-22]

3.6.106

open position (of a mechanical switching device)

position in which the predetermined clearance between open contacts in the main circuit of the device is secured

[IEC 60050-441:1984, 441-16-23]

3.6.107

position of rest (of a contactor)

position which the moving elements of the contactor take up when its electromagnet or its compressed-air device is not energized

[IEC 60050-441:1984, 441-16-24]

3.6.108

overload relay or release

over-current relay or release intended for protection against overloads (including, where applicable, operating transformer(s) and interconnections)

3.6.109

thermal overload relay or release

inverse time-delay overload relay or release depending for its operation (including its time delay) on the thermal action of the current flowing in the relay or release

3.6.110

current setting of an overload relay or release

value of current for which the relay or release is adjusted and in accordance with which its operating conditions are defined

3.6.111

current setting range of an overload relay or release

range between the minimum and maximum values over which the current setting of the relay or release can be adjusted

3.6.112

phase failure sensitive overload relay or release

multi-pole overload relay or release which, in accordance with specified requirements, operates at a current value lower than its current setting in the case of current unbalance

3.6.113

under-current (under-voltage) relay or release

measuring relay or release which operates automatically when the current through it (or the voltage applied to it) is reduced below a pre-determined value

3.6.114

starting time (of a rheostatic starter)

period of time during which the starting resistors or parts of them carry current

NOTE The starting time of a starter is shorter than the total starting time of the motor, which takes into account the last period of acceleration following the switching operation ON position.

3.6.115

starting time (of an auto-transformer starter)

period of time during which the auto-transformer carries current

NOTE The starting time of a starter is shorter than the total starting time of the motor, which takes into account the last period of acceleration following the switching operation ON position.

3.6.116

open transition (with an auto-transformer starter)

circuit arrangement so that the supply to the motor is interrupted and reconnected when changing over from one step to another

NOTE The transition stage is not considered an additional step.

3.6.117

closed transition (with an auto-transformer starter)

circuit arrangement so that the supply to the motor is not interrupted (even momentarily) when changing over from one step to another

NOTE The transition stage is not considered an additional step.

3.6.118

inching

jogging

energizing a motor or solenoid repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism

3.6.119

plugging

stopping or reversing a motor rapidly by reversing the motor primary connections while the motor is running

3.7 Characteristic quantities

3.7.101

breaking current (of a switching device or a fuse)

current in a pole of a switching device or in a fuse at the instant of initiation of the arc during a breaking process

[IEC 60050-441:1984, 441-17-07]

3.7.102

breaking capacity (of a switching device or a fuse)

value of prospective current that a switching device or a fuse is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

NOTE 1 The voltage to be stated and the conditions to be prescribed are dealt with in the relevant publications.

NOTE 2 For switching devices, the breaking capacity may be termed according to the kind of current included in the prescribed conditions, e.g. line charging breaking capacity, cable charging breaking capacity, single capacitor bank breaking capacity, etc.

[IEC 60050-441:1984, 441-17-08]

3.7.103

making capacity (of a switching device)

value of prospective making current that a switching device is capable of making at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

NOTE The voltage to be stated and the conditions to be prescribed are dealt with in the relevant specifications.

[IEC 60050-441:1984, 441-17-09]

3.7.104

short-time withstand current

current that a circuit or a switching device in the closed position can carry during a specified short time under prescribed conditions of use and behaviour

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

3.7.105

recovery voltage

voltage which appears across the terminals of a pole of a switching device or a fuse after the breaking of the current

NOTE This voltage may be considered in two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists, followed by a second one during which the power frequency or the steady-state recovery voltage alone exists.

[IEC 60050-441:1984, 441-17-25]

3.7.106

transient recovery voltage**TRV**

recovery voltage during the time in which it has a significant transient character

NOTE 1 The transient recovery voltage may be oscillatory or non-oscillatory, or a combination of these, depending on the characteristics of the circuit and the switching device. It includes the voltage shift of the neutral of a polyphase circuit.

NOTE 2 The transient recovery voltage in three-phase circuits is, unless otherwise stated, that across the first pole to clear, because this voltage is generally higher than that which appears across each of the other two poles.

[IEC 60050-441:1984, 441-17-26]

3.7.107

prospective transient recovery voltage (of a circuit)

transient recovery voltage following the breaking of the prospective symmetrical current by an ideal switching device

NOTE The definition assumes that the switching device or the fuse, for which the prospective transient recovery voltage is sought, is replaced by an ideal switching device, i.e. having instantaneous transition from zero to infinite impedance at the very instant of zero current, i.e. at the "natural" zero. For circuits where the current can follow several different paths, e.g. a polyphase circuit, the definition further assumes that the breaking of the current by the ideal switching device takes place only in the pole considered.

[IEC 60050-441:1984, 441-17-29]

3.7.108

power frequency recovery voltage

recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided

[IEC 60050-441:1984, 441-17-27]

3.7.109

prospective current (of a circuit and with respect to a controller situated therein)

current that would flow in the circuit if each pole of the controller were replaced by a conductor of negligible impedance

[IEC 60050-441:1984, 441-17-01, modified]

3.7.110

prospective peak current

peak value of a prospective current during the transient period following initiation

NOTE The definition assumes that the current is made by an ideal switching device, i.e. with instantaneous transition from infinite to zero impedance. For circuits where the current can follow several different paths, e.g. polyphase circuits, it further assumes that the current is made simultaneously in all poles, even if only the current in one pole is considered.

[IEC 60050-441:1984, 441-17-02]

3.7.111

maximum prospective peak current (of an a.c. circuit)

prospective peak current when initiation of the current takes place at the instant which leads to the highest possible value

NOTE For a multiple device in a polyphase circuit, the maximum prospective peak current refers to a single pole only.

[IEC 60050-441:1984, 441-17-04]

3.7.112

prospective breaking current (for a pole of a switching device or a fuse)

prospective current evaluated at a time corresponding to the instant of the initiation of the breaking process

NOTE Specifications concerning the instant of the initiation of the breaking process are to be found in the relevant publications. For mechanical switching devices or fuses, it is usually defined as the moment of initiation of the arc during the breaking process.

[IEC 60050-441:1984, 441-17-06]

3.7.113

minimum breaking current

minimum value of prospective current that a fuse-link is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

[IEC 60050-441:1984, 441-18-29]

3.7.114**cut-off current
let-through current**

maximum instantaneous value of current attained during the breaking operation of a switching device or a fuse

[IEC 60050-441:1984, 441-17-12]

NOTE This concept is of particular importance when the switching device or the fuse operates in such a manner that the prospective peak current of the circuit is not reached.

3.7.115**take-over current**

current coordinate of the intersection between the release initiated opening time of the contactor and the time-current characteristic of the SCPD

[IEC 60050-441:1984, 441-17-16 modified]

3.7.116**minimum take-over current**

current determined by the point of intersection of the time-current characteristics of the SCPD and the contactor corresponding to

- a) the maximum break time plus, where applicable, the maximum operating time of an external over-current or earth-fault relay;
- b) the minimum pre-arcing time of the SCPD

NOTE See also Figure 10.

3.7.117**maximum take-over current**

current determined by the point of intersection of the time-current characteristics of the SCPD and the contactor corresponding to

- a) the minimum opening time of the contactor, or minimum response time if operated by an overcurrent relay and/or time delay devices;
- b) the maximum operating time of the SCPD of highest rated current

NOTE See also Figure 10.

3.7.118**maximum acceptable power dissipation**

power which is dissipated by the controller when fitted with fuses of maximum power dissipation as determined by the temperature-rise tests

3.7.119**fused short-circuit current**

conditional short-circuit current when the current limiting device is a fuse

[IEC 60050-441:1984, 441-17-21]

3.7.120**applied voltage** (for a switching device)

voltage which exists across the terminals of a pole of a switching device just before the making of the current

[IEC 60050-441:1984, 441-17-24]

3.7.121

vacant

3.7.122

release-initiated opening time (of the contactor)

opening time defined according to the tripping method as stated below with any time-delay device forming an integral part of the contactor adjusted to a specified setting:

- a) for a contactor tripped by any form of auxiliary power, the interval of time between the instant of energizing the opening release, the contactor being in the closed position, and the instant when the arcing contacts have separated in all poles;
- b) for a contactor tripped (other than by the striker) by a current in the main circuit without the aid of any form of auxiliary power, the interval of time between the instant at which, the contactor being in the closed position, the current in the main circuit reaches the operating value of the over-current release and the instant when the arcing contacts have separated in all poles

3.7.123

minimum release-initiated opening time (of the contactor)

release-initiated opening time when the specified setting of any time-delay device forming an integral part of the contactor is its minimum setting

3.7.124

maximum release-initiated opening time (of the contactor)

release-initiated opening time when the specified setting of any time-delay device forming an integral part of the contactor is its maximum setting

3.7.125

arcing time (of a pole or a fuse)

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

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

3.7.126

break time (of the contactor in a release-operated controller)

interval of time between the beginning of the release-initiated opening time of the contactor and the instant of final arc extinction in all poles

NOTE This term may be qualified by prefixing it with "minimum" or "maximum" depending upon the opening time and the arcing time used.

3.101 Fuses

3.101.1

fuse

device that by the fusing of one or more of its specially designed and proportioned components opens the circuit in which it is inserted by breaking the current when this exceeds a given value for a sufficient time. The fuse comprises all the parts that form the complete device

[IEC 60050-441:1984, 441-18-01]

3.101.2

striker

mechanical device forming part of a fuse-link which, when the fuse operates, releases the energy required to cause operation of other apparatus or indicators, or to provide interlocking

[IEC 60050-441:1984, 441-18-18]

3.101.3

pre-arcing time

melting time

interval of time between the beginning of a current large enough to cause a break in the fuse-element(s) and the instant when an arc is initiated

[IEC 60050-441:1984, 441-18-21]

3.101.4
operating time
total clearing time

sum of the pre-arcing time and the arcing time

[IEC 60050-441:1984, 441-18-22]

3.101.5
Joule integral
 I^2t

integral of the square of the current over a given time interval:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

NOTE 1 The pre-arcing I^2t is the I^2t integral extended over the pre-arcing time of the fuse.

NOTE 2 The operating I^2t is the I^2t integral extended over the operating time of the fuse.

NOTE 3 The energy in joules liberated in one ohm of resistance in a circuit protected by a fuse is equal to the value of the operating I^2t expressed in A²s.

[IEC 60050-441:1984, 441-18-23]

4 Ratings

Clause 4 of IEC 62271-1 is applicable with the additions and exceptions indicated below.

A contactor, starter or controller in the correct condition of maintenance and adjustment shall be able to withstand all the stresses that occur in service, provided that these do not exceed its rated characteristics.

The characteristics of a contactor, starter or controller, including its operating devices and auxiliary equipment that shall be used to determine the ratings, are given in Table 1.

Under this heading, consideration is also given to the characteristics which are not necessarily ratings but need to be taken into consideration in the specification and design stages.

The use of an SCPD other than that utilized in the type tests may change the ratings of the combination. In this case, the new ratings shall be assigned by the manufacturer.

NOTE Ratings may differ between the table columns.

Table 1 – Ratings and characteristics

Rating/characteristic		Contactor 3.4.105	Starter 3.4.110	Controller 3.4.111
<i>(A) Rated characteristics</i>				
a) Rated voltage (U_r)	4.1	X	X	X
b) Rated insulation levels (U_d, U_p)	4.2	X	X	X
c) Rated frequency (f_r)	4.3	X	X	X
d) Rated operational current (I_e) or rated operational power	4.101	X	X	X
e) Rated short-time withstand current (I_k)	4.5	X	X	X
f) Rated peak withstand current (I_p)	4.6	X	X	X
g) Rated duration of short-circuit (t_k)	4.7	X	X	X
h) Rated short-circuit breaking current (I_{SC})	4.107			X
i) Rated short-circuit making current (I_{ma})	4.107			X
j) Rated duties	4.102	X	X	(X)
k) Rated load and overload characteristics, by utilization category	4.103, 4.104	X	X	X
l) Rated supply voltage of operating devices, and of auxiliary and control circuits (U_a)	4.8	X	X	X
m) Rated supply frequency of operating devices and of auxiliary circuits	4.9	X	X	X
n) Rated pressure of compressed gas supply for insulation and/or operation	4.10	X	X	X
<i>(B) Characteristics to be given on request</i>				
a) Thermal current (I_{th})	4.4.101	X	X	X
b) Electrical endurance	4.106	X		
c) Coordination with short-circuit protective devices	4.107	X	X	X
d) Damage classification	4.107.3	X	X	X
e) Short-circuit breaking capacity	4.107, 6.104	X	X	
f) Short-circuit making capacity	4.107, 6.104	X	X	
g) Motor switching characteristics	6.108	X		
h) Take-over current for release-operated controller	4.107.2			X
i) Rated capacitive switching current	4.112	X		X
<i>(C) Characteristics dependent on starter type</i>				
a) Automatic change-over devices and automatic acceleration control devices	4.108		X	X
b) Starting auto-transformer or reactor characteristics	4.109		X	X
c) Starting resistor characteristics	4.110		X	X
X: applicable for this configuration				
(X): applicable, but see NOTE 2 of 4.102.2 regarding intermittent duty				

4.1 Rated voltage (U_r)

The rated voltage indicates the upper limit of the highest voltage of the system for which the device is intended. Standard values of rated voltages are:

2,5 kV – 3,6 kV – 5,0 kV – 7,2 kV – 12 kV – 15 kV – 17,5 kV – 24 kV

For rheostatic rotor starters, the rated voltage refers to the stator.

4.1.101 Rated rotor voltage (U_{ro})

For rheostatic rotor starters, the value of the rated voltage is that of the voltage which, when combined with a rated rotor current, determines the application of the rotor circuit including its mechanical switching devices and to which are referred the making and breaking capacities, the type of duty and the starting characteristics.

It is taken as equal to the voltage measured between slip-rings, with the motor stopped and the rotor open-circuited, when the stator is supplied at its rated voltage.

The rated rotor voltage is only applied for a short duration during the starting period. For this reason, it is permissible that the rated rotor voltage exceeds the rated rotor insulation voltage by 100 %.

The maximum voltage between the different live parts (for example switching devices, resistors, connecting parts, etc.) of the rotor circuit of the starter will vary and account shall be taken of this fact in choosing the equipment and its disposition.

4.2 Rated insulation level (U_d , U_p)

Subclause 4.2 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions.

For rheostatic rotor starters, the rated insulation level refers to the stator.

NOTE The insulation levels for 2,5 kV and 5,0 kV systems are 3,6 kV and 7,2 kV respectively.

4.2.101 Rated rotor insulation level

For rheostatic rotor starters, the rated rotor insulation level is that which is assigned to the devices inserted in the rotor circuit as well as the unit they are part of (connecting links, resistors, enclosure), and to which dielectric tests and creepage distances are referred.

4.2.102 Rated starting voltage (U_{tap}) of an auto-transformer starter

The rated starting voltage of an auto-transformer starter is the reduced voltage derived from the transformer.

Preferred values of rated starting voltage (U_{tap}) are 50 %, 65 % or 80 % of the rated voltage.

4.2.103 Rated starting voltage (U_{tap}) of a reactor starter

The rated starting voltage of a reactor starter is the reduced voltage derived from the impedance of the reactor and the motor current before rotation.

Preferred values of rated starting voltage (U_{tap}) are 50 %, 65 % or 80 % of the rated voltage.

4.3 Rated frequency (f_r)

The rated frequency is the supply frequency for which the device is designed and to which the other characteristic values correspond. The standard values of the rated frequency are 50 Hz and 60 Hz.

4.4 Rated normal current and temperature rise

4.4.1 Rated normal current (I_r)

A rated normal current is normally not assigned to the contactor or motor starter. When contactors or motor starters are combined into larger assemblies, the rated normal current of the connecting busbars shall be in accordance with IEC 62271-200.

See also thermal current (4.4.101).

4.4.2 Temperature rise

IEC 62271-1 applies and, and for fuses, IEC 60282-1 applies.

Subclause 4.4.2 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

It is recognized that a controller may be fitted with types and ratings of fuses other than those utilized in the temperature-rise tests and this may change the thermal current of the controller. For any particular case, the thermal current of the controller shall be assigned by the manufacturer. For further information, see the application guide (Clause 8).

A contactor or starter is also defined by its rated operational currents or powers. See 4.101.

4.4.101 Thermal current (I_{th})

The thermal current is the maximum current carried on continuous duty (see 4.102.1) without the temperature rise of the various parts exceeding the limits specified in 6.5. Selection from the R10 series is not applicable.

Because, in an auto-transformer or reactor starter, the auto-transformer or reactor is energized only intermittently, a maximum temperature rise 15 K greater than the limits stated in the appropriate component standard (for example IEC 60076-2 or IEC 60076-11:2004) is permissible for the windings of the transformer or reactor when the starter is operated according to the requirements of 4.102 and 4.111.

4.4.101.1 Stator thermal current (I_{ths})

For motor starters, the stator thermal current is the maximum current it can carry on continuous duty without the temperature rise of its several parts exceeding the limits specified in 4.4.2 when tested in accordance with 6.5.3.

4.4.101.2 Rotor thermal current (I_{thr})

For rheostatic rotor starters, the rotor thermal current is the maximum current that those parts of the starter through which the rotor current flows in the ON position, (after cutting out resistors) can carry continuously without their temperature rise exceeding the limits specified in 4.4.2 when tested in accordance with 6.5.3.

4.5 Rated short-time withstand current (I_k)

Subclause 4.5 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

For a contactor, or starter, this is the r.m.s. value of the current which can be carried in a closed position for a time sufficient for an external SCPD to operate. Alternatively, the value of current may be assigned for use of a specified SCPD. In this case, the value of the current need not be selected from the R10 series. For a controller, this is the prospective r.m.s. value of current.

4.6 Rated peak withstand current (I_p)

Subclause 4.6 of IEC 62271-1 is applicable.

4.7 Rated duration of short circuit (t_k)

Subclause 4.7 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

Alternatively, the interval of time for which a contactor, or starter, can carry its short-time withstand current may be that resulting from operation of the specified SCPD.

4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices, and of auxiliary and control circuits (U_a)

Subclause 4.8 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

A single-phase control supply voltage of 110 V a.c. is recognized in addition to those in Table 5 of IEC 62271-1.

NOTE 1 For starters with short-time rated coils such as closing and trip coils for latched contactors, operating limits should be agreed between manufacturer and user.

The drop-out voltage shall be not higher than 75 %, nor (with worn contacts) lower than 10 % of the rated control supply voltage U_a .

NOTE 2 Drop-out voltage is the voltage below which the contactor changes state.

NOTE 3 Close voltage is the voltage above which the contactor will fully close.

The close and drop-out values specified above are applicable after the coils have reached a stable temperature corresponding to indefinite application of 100 % U_a . In the case of a.c. coils, the voltage limits apply at rated frequency.

4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices, and of auxiliary circuits (f_a)

Subclause 4.9 of IEC 62271-1 is applicable.

4.10 Rated pressure of compressed gas supply for controlled pressure systems

Subclause 4.10 of IEC 62271-1 is applicable.

4.101 Rated operational current (I_e) or rated operational power

A rated operational current of a contactor or starter is stated by the manufacturer and takes into account the rated voltage (see 4.1), the rated frequency (see 4.3), the rated duties (see 4.102), the utilization category (see 4.104) and the type of protective enclosure, if appropriate.

In the case of contactors or starters for direct switching of individual motors, the indication of a rated operational current may be replaced or supplemented by the indication of the maximum rated power output, at the rated voltage considered, of the motor for which it is

intended. The manufacturer shall be prepared to state the relationship assumed between the operational current and the operational power, if any.

For rheostatic rotor starters, the rated operational current refers to the stator.

4.101.1 Rated rotor operational current (I_{er})

For rheostatic rotor starters, a rated rotor operational current is stated by the manufacturer and takes into account the rated rotor voltage (see 4.1.101), the rotor thermal current, the rated frequency (see 4.3), the rated duty (see 4.102), the starting characteristics (see 4.111) and the type of protective enclosure.

It is taken as equal to the current flowing in the connections to the rotor when the latter is short-circuited, the motor is running at full load and the stator is supplied at its rated voltage and rated frequency.

When the rotor part of a rheostatic rotor starter is rated separately, the indication of a rated rotor operational current may be supplemented by the maximum rated power output for motors at the rated rotor voltage.

4.102 Rated duties

The rated duties considered as normal for a contactor, or starter, are as follows.

4.102.1 Continuous duty

Duty in which the main contacts remain closed when carrying a steady current without interruption for a period sufficient to reach thermal equilibrium without exceeding allowable temperature rise limits per 4.4.2.

4.102.2 Intermittent periodic duty or intermittent duty

Duty in which the main contacts remain closed for periods bearing a definite relation to the no-load periods, where the device does not reach thermal equilibrium, without exceeding allowable temperature rise limits per 4.4.2.

Intermittent duty is characterized by the value of the current, the duration of current flow and by the on-load factor, which is the ratio of the in-service period to the entire period, often expressed as a percentage. Standard values of on-load factor are 15 %, 25 %, 40 % and 60 %.

According to the number of operating cycles which they shall be capable of carrying out per hour, contactors or starters are divided into the following classes:

- class 1: up to one operating cycle per hour;
- class 3: up to three operating cycles per hour;
- class 12: up to 12 operating cycles per hour;
- class 30: up to 30 operating cycles per hour;
- class 120: up to 120 operating cycles per hour;
- class 300: up to 300 operating cycles per hour.

An operating cycle is defined under 3.6.102.

NOTE 1 In the case of starters for intermittent duty, the difference between the thermal time-constant of the overload relay and that of the motor may render a thermal relay unsuited for overload protection. It is recommended that, for installations intended for intermittent duty, the question of overload protection be subject to agreement between manufacturer and user.

NOTE 2 Special consideration should be given to the thermal performance of SCPDs in controllers subject to intermittent duty.

NOTE 3 Special consideration should be given to autotransformer and reactor starters. See 4.109.

4.102.3 Temporary duty

Duty in which the main contacts remain closed for periods of time insufficient to allow the device to reach thermal equilibrium without exceeding allowable temperature rise limits per 4.4.2, the current-carrying periods being separated by no-load periods of sufficient duration to restore equality of temperature with the cooling medium.

Standard values of temporary duty are 10 min, 30 min, 60 min and 90 min with contacts closed.

4.103 Rated load and overload characteristics

4.103.1 Rated making and breaking capacities

A contactor or starter is defined by its making capacities and breaking capacities, as specified in Table 6, in accordance with utilization categories (see 4.104). For requirements when used in combination with short-circuit protective devices see 4.107.

4.103.1.1 Rated making capacity

The rated making capacity of a contactor or starter is a value of current determined under steady-state conditions which the device can make without welding or undue erosion of the contacts or excessive display of flame, under specified making conditions.

The rated making capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current, and to the utilization category, according to Table 6.

The rated making capacity is expressed by the r.m.s. value of the a.c. component of the current.

NOTE The peak value of the current during the first half-cycle following closing of the contactor or starter may be appreciably greater than the peak value of the current under steady-state conditions, depending on the power factor of the circuit and the instant on the voltage wave when closing occurs.

A contactor or starter shall be capable of closing on a current corresponding to the a.c. component of the current that defines its making capacity within the limits that result from power factors indicated in Table 6, regardless of the value of the d.c. component.

The rated making capacity is based on the contactor or starter being operated in accordance with the requirements of 4.8.

4.103.1.2 Rated breaking capacity

The rated breaking capacity of a contactor or starter is a value of current which the device can break without undue erosion of the contacts or excessive display of flame, under specified breaking conditions at the rated voltage.

The rated breaking capacity is stated by reference to the rated voltage and rated operational current, and to the utilization category, according to Table 6.

A contactor or starter shall be capable of breaking any value of the load current up to its highest rated breaking capacity, according to 4.104.

If the contactor or starter exhibits a minimum breaking current, the magnitude and the power factor shall be declared by the manufacturer.

If the contactor or starter exhibits an extended arc time at lower than rated operational current, the magnitude and the power factor shall be declared by the manufacturer.

The rated breaking capacity is expressed by the r.m.s. value of the a.c. component of the current.

4.103.2 Ability to withstand overload currents

Contactors or starters with utilization categories AC-3 or AC-4 shall withstand the overload currents given in Table 8 as specified in 6.103.

4.104 Utilization category

The utilization categories as given in Table 2 are considered standard in this publication. Any other type of utilization category shall be based on agreement between manufacturer and user.

Each utilization category is characterized by the values of the currents and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and of the rated voltage, and by the power factors as shown in Table 6 and other test conditions used in the definitions of the rated making and breaking capacities.

For contactors or starters defined by their utilization category, it is therefore unnecessary to specify separately the rated making and breaking capacities, as those values depend directly on the utilization category as shown in Table 6.

The utilization categories of Table 6 correspond to the applications listed in Table 2.

The voltage for all utilization categories is the rated voltage of a contactor or a starter other than a rheostatic starter, and the rated stator voltage for a rheostatic rotor starter.

All direct-on-line starters belong to utilization category AC-3 or AC-4.

All two-step auto-transformer and reactor starters belong to utilization category AC-3.

The stator contactor of rheostatic rotor starters belong to utilization category AC-2.

Table 2 – Utilization categories

Category	Typical application
AC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces
AC-2	Starting and plugging – slip-ring motors
AC-3	Starting and switching off motors during running – squirrel-cage motors
AC-4	Starting, plugging and inching – squirrel-cage motors
NOTE The application of contactors or starters to the switching of rotor circuits, capacitors or transformers shall be subject to special agreement between manufacturer and user.	

Typical service conditions for starters (see Figure 1) are:

- a) one direction of rotation with the motor being switched off during running in normal service conditions (utilization categories AC-2 and AC-3);

- b) two directions of rotation, but the running in the second direction is realized after the starter has been switched off and the motor has completely stopped (utilization categories AC-2 and AC-3);
- c) one direction of rotation, or two directions of rotation as in item b), but with the possibility of infrequent inching (jogging). For this service condition, direct-on-line starters are usually employed (utilization category AC-3);
- d) one direction of rotation with frequent inching (jogging). Usually direct-on-line starters (utilization category AC-4) are used for this duty;
- e) one or two directions of rotation, but with the possibility of infrequent plugging for stopping the motor, plugging being associated, if so provided, with rotor resistor braking (reversing starter with braking). Usually a rheostatic rotor starter is used for this duty condition (utilization category AC-2);
- f) two directions of rotation, but with the possibility of reversing the supply connections to the motor while it is running in the first direction (plugging), in order to obtain its rotation in the other direction, with switching off the motor running in normal service conditions. Usually a direct-on-line reversing starter is used for this duty condition (utilization category AC-4).

Unless otherwise stated, starters are designed on the basis of the starting characteristics of the motors (see Table 3) compatible with the making capacities of Table 6. When the starting current of a motor, with stalled rotor, exceeds these values, the rated operational current should be decreased accordingly.

4.105 Mechanical endurance

With respect to its endurance against mechanical wear, a contactor or starter is characterized by the number of no-load operating cycles (i.e. without current on the main contacts) which can be made before it becomes necessary to replace any parts.

The preferred numbers of no-load operating cycles, expressed in millions, are: 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 1 and 3.

If no mechanical endurance is stated by the manufacturer, a class of intermittent duty implies a minimum mechanical endurance corresponding to 8 000 h of operation at the highest corresponding frequency of operating cycles.

4.106 Electrical endurance

With respect to its endurance against electrical wear, a contactor or starter is characterized by the number of on-load operating cycles, corresponding to the service conditions given in Table 10, which can be made without repair or replacement. For category AC-3, the manufacturer shall state, on request, the number of on-load operating cycles which can be made without any repair or replacement for the corresponding service conditions of Table 10 (see 6.107).

4.107 Coordination with short-circuit protective devices (SCPD)

Contactors and starters are characterized by the type, ratings and characteristics of the short-circuit protective devices (SCPD), for example current-limiting fuses, to be used to provide over-current discrimination between starter and SCPD and adequate protection of the contactor and starter against short-circuit currents. Requirements are given in 6.6, 6.104 and 6.106 of this standard.

- a) For a contactor or starter not equipped with short-circuit protection, the following information shall be given by the manufacturer to enable design for coordination to be achieved:
- highest cut-off current of the SCPD intended for use in the controller;
 - maximum short-circuit breaking capacity;
 - maximum prospective short-time withstand current and duration, or the Joule integral ($\int i^2 dt$) withstand capability of the contactor or starter;
 - maximum prospective peak withstand current.

See 6.6 and 6.104.

The short-circuit breaking capacity shall not be limited to the R10 series.

- b) The manufacturer of the SCPD shall state
- the maximum peak current and the maximum Joule integral let through by the SCPD as a function of the short-circuit current;
 - the time-current characteristics of the SCPD.
- c) For a contactor or starter equipped with an SCPD, the manufacturer shall state the following in order to achieve a given type of coordination:
- types and characteristics of the coordinated devices;
 - type of damage classification (see 4.107.3);
 - rated short-circuit breaking current (I_{sc});
 - rated short-circuit making current (I_{ma}).

The rated short-circuit breaking current is the highest prospective short-circuit current which the controller shall be capable of breaking, under the conditions of use and behaviour prescribed in this standard, in a circuit having a power frequency recovery voltage corresponding to the rated voltage of the controller. The rated short-circuit breaking current shall not be limited to the R10 series.

The rated short-circuit making current is the highest prospective peak current which the controller shall be capable of making, under the conditions of use and behaviour defined in this standard, in a circuit having a power frequency voltage corresponding to the rated voltage of the controller.

The verification of coordination is carried out according to 6.106.

NOTE 1 It is recognized that the series impedance of the combination or rapid operation of the fuses or switch may cause one or both of the following effects:

- a) a reduction of short-circuit current to a value appreciably below that which would otherwise be reached;
- b) such rapid operation that the short-circuit current wave is distorted from its normal form.

This is why the term "prospective current" is used when assessing breaking and making performances.

NOTE 2 A given combination of a contactor or starter and an SCPD may comply with more than one type of coordination for different values of the rated short-circuit current.

4.107.1 General requirements for coordination

The SCPD shall be located on the supply side of the contactor or starter, and have a short-circuit breaking capacity not less than the prospective short-circuit current at its location. This requirement shall be verified by reference to the results of breaking capacity tests carried out on the SCPD according to the relevant specification.

Overload relay setting will be such that the SCPD shall not operate in place of the switching device for currents up to the maximum overload levels in normal service (including stalled current of the motor). This requirement shall be verified by reference to the results of overload tests carried out separately on the SCPD according to the relevant specification.

For currents equal to the breaking currents of the contactor or starter indicated in Table 6 for AC-3 utilization category, it shall be verified from information supplied by the manufacturer of the SCPD that the latter is able to withstand those currents for times at least equal to the corresponding tripping time of the overload relays.

For all values of overcurrent for which the controller is suitable, the contactor or starter, including the SCPD, if integrally mounted, shall operate in such a manner that the external manifestations (such as emission of flames or hot gases) do not extend beyond a safety perimeter stated by the manufacturer of the starter. If the SCPD is remote from the starter, it shall operate according to its relevant specifications.

4.107.2 Take-over current for release-operated controllers

The value of the three-phase symmetrical current used for test duty C (see 6.106.3.3). Figure 9 gives an example of calculating the take-over current.

4.107.3 Coordination and acceptable damage classification

For currents exceeding the maximum take-over current of the starter as defined in 6.106.3.3, the flow of current in the contactor or starter during the breaking time may cause damage to the switching device. According to the amount of damage acceptable, several types are considered standard. The coordination and type of damage classification shall be verified by the tests specified in 6.106.

Type a – Any kind of damage is allowed (with the exclusion of external damage to the enclosure, if any) so as to make necessary the replacement of the device as a whole or the replacement of fundamental parts in addition to those listed in type b coordination.

Type b – The characteristics of the overload relay of the starter may be permanently altered. Other damage shall be confined to the main contacts and/or the arc chambers of the starter which may require replacement or attention.

Type c – Damage shall be confined to the main contacts of the starter (which may require replacement or the breaking of welds).

Cases where the applications call for a practically negligible risk of contact welding are subject to agreement between manufacturer and user, and are not covered by this standard.

For currents not exceeding the maximum take-over current, there shall be no material damage to the contactor or starter and it shall subsequently be capable of normal operation.

4.108 Types of automatic change-over devices and automatic acceleration control devices

Automatic change over devices and automatic acceleration control devices may be supplied including:

- a) Time-delay devices, for example time-delay contactor relays (see IEC 60947-5-1) applicable to control-circuit devices, or specified-time all-or-nothing relays (see IEC 61812-1);
- b) Undercurrent devices (undercurrent relays);
- c) Other devices for automatic acceleration control

- devices dependent on voltage;
- devices dependent on power;
- devices dependent on speed.

4.109 Reduced-voltage starting auto-transformers or reactors

4.109.1 Types and characteristics of starting auto-transformers or reactors

Account being taken of the starting characteristics (see 4.111), these shall be characterized by

- the rated voltage;
- the number of taps available for adjusting the starting torque and current;
- the starting voltage, i.e. the voltage at the tapping terminals, as a percentage of the rated voltage;
- the current they can carry for a specified duration;
- the rated duty (see 4.102);
- the method of cooling (air-cooling, oil-cooling).

The auto-transformer or reactor can be

- either built-in into the starter, in which case the resulting temperature rise has to be taken into account in determining the ratings of the starter, or
- provided separately, in which case the nature and dimensions of the connecting links have to be specified by agreement between the manufacturer of the transformer or reactor and the manufacturer of the starter.

4.109.2 Starting duty of reduced-voltage starters

The locked-rotor current at full voltage is assumed to be 6 times full load current. The peak temperature shall not rise more than 15 K above the insulation class of the auto-transformer or reactor. Ratings shall be determined as following duty cycles:

- medium duty: the starter shall be rated based on the following duty cycle: on 30 s, off 30 s, repeat two times for a total of three CO operations. Rest 1 h, and then repeat;
- heavy duty: The starter shall be rated based on the following duty cycle: on 1 min, off 1 min, repeat four times for a total of five CO operations. Rest 2 h, then repeat.

4.110 Types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters

Account being taken of the starting characteristics (see 4.111), the starting resistors shall be characterized by

- the rated rotor insulation level;
- their resistance value;
- the thermal current, defined by the value of steady current they can carry for a specified duration;
- the rated duty (see 4.102);
- the method of cooling (for example free air, forced air, oil immersion).

The starting resistors can be

- either built-in into the starter, in which case the resulting temperature rise has to be limited, in order not to cause any damage to the other parts of the starter, or

- provided separately, in which case the nature and dimensions of the connecting links have to be specified by agreement between the manufacturer of the resistors and the manufacturer of the starter.

4.111 Characteristics dependent on starter type

Table 3 indicates characteristics of the various starter types. These should be considered as typical, but for some applications there may be very specific starting requirements.

Table 3 – Characteristics dependent on starter type

Type of starter	Utilization category	Number of steps	Power	Duty cycle		U_{ro}	I_{er}^a	Cooling	Locked rotor torque T_{lr}^b	Locked rotor current I_{lr}	U_{tap}^c
				Start time	No. /h						
1. Direct-on-line	AC-3, AC-4	1	x		x						
2. Reversing	AC-4	1	x		x						
3. Two-direction	AC-2, AC-3	1	x		x						
4. Reduced kVA											
a) Rheostatic	AC-2, AC-3	n^e	x	x	x	x	x	x	x		
b) Auto-transformer	AC-3	2	x	x	x^d			x	x	x	x
c) Reactor	AC-3	2	x	x	x^d			x	x	x	x
I_{er} Rated rotor operational current (see 4.101.1) U_{ro} Rated rotor voltage (see 4.1.101) U_{tap} Tap voltage (see 4.2.102 and 4.2.103)											
<p>a Information usually supplied by the motor manufacturer.</p> <p>b To be supplied to the starter manufacturer. Standard values are 70 %, 100 %, 150 % and 200 % of the rated torque T_e.</p> <p>c Standard values are 50 %, 65 % and 80 %.</p> <p>d Per duty cycle in 4.109.2, assumed unless otherwise specified.</p> <p>e For most applications, between two and six starting steps are adequate depending upon load torque, inertia and the severity of the start required.</p>											

4.112 Rated capacitive switching currents

The rating of a contactor for capacitive current switching shall include, where applicable:

- rated single capacitor bank breaking current;
- rated back-to-back capacitor bank breaking current;
- rated single capacitor bank inrush making current;
- rated back-to-back capacitor bank inrush making current.

The values of rated capacitive switching currents shall be given by manufacturer.

Two classes of contactors are defined according to their restrike performances:

- class C1: low probability of restrike during capacitive current breaking allows up to 5 restrikes as demonstrated by the type tests;
- class C2: very low probability of restrike during capacitive current breaking with no restrikes allowed as demonstrated by type tests.

NOTE 1 The probability is related to the performance during the series of type tests stated in 6.109.

NOTE 2 The same contactor can have different classes depending on the application.

4.112.1 Rated single capacitor bank breaking current

The rated single capacitor bank breaking current is the maximum capacitor current that the contactor shall be capable of breaking at its rated voltage under the conditions of use and behaviour prescribed in this standard. This breaking current refers to the switching of a shunt capacitor bank where no shunt capacitors are connected to the source side of the contactor.

4.112.2 Rated back-to-back capacitor bank breaking current

The rated back-to-back capacitor bank breaking current is the maximum capacitor current that the contactor shall be capable of breaking at its rated voltage under the conditions of use and behaviour prescribed in this standard.

This breaking current refers to the switching of a shunt capacitor bank where one or several shunt capacitor banks are connected to the source side of the contactor giving an inrush making current equal to the rated back-to-back capacitor bank inrush making current.

4.112.3 Rated single capacitor bank inrush making current

No rating or preferred or values are defined. This is because inrush currents associated with single capacitor banks are not considered critical.

4.112.4 Rated back-to-back capacitor bank inrush making current and frequency

The rated back-to-back capacitor bank inrush making current is the peak value of the current that the contactor shall be capable of making at its rated voltage and with a frequency of the inrush current. The values for the inrush current and frequency shall be given by the manufacturer.

5 Design and construction

5.1 Requirements for liquids in contactors and motor starters

Subclause 5.1 of IEC 62271-1 is applicable.

5.2 Requirements for gases in contactors and motor starters

Subclause 5.2 of IEC 62271-1 is applicable.

5.3 Earthing of contactors and motor starters

Subclause 5.3 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions.

5.3.101 Earthing of the main circuit

Subclause 5.3.1 of IEC 62271-200:2003 is applicable with the following additions:

- a) if an earthing switch is supplied, the requirements of IEC 62271-102 shall apply;
- b) earthing of the main circuit may be accomplished by internal connections to portable earthing equipment as described in IEC 61230.

5.3.102 Earthing of the enclosure

Subclause 5.3.2 of IEC 62271-200 is applicable.

5.3.103 Earthing of switching devices

The exposed conductive parts (for example chassis, framework and fixed parts of metal enclosures), other than those that cannot become energized, shall be electrically

interconnected and connected to a protective earth terminal for connection to an earth electrode or to an external protective conductor. This requirement can be met by the normal structural parts providing adequate electrical continuity and applies whether the equipment is used on its own or incorporated in an assembly. Any connecting point shall be marked with the "protective earth" symbol, as indicated by symbol IEC 60417-5019 (2006-08).

5.4 Auxiliary and control equipment

Subclause 5.4 of IEC 62271-1 is applicable with the following modification.

For the operating range of main, auxiliary and control devices, see 4.8 of this standard.

5.5 Dependent power operation

Subclause 5.5 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

A contactor or starter arranged for dependent power operation with external energy supply shall be capable of making and breaking its rated short-circuit current (if any) when the voltage of the power supply of the operating device is at the lower of the limits specified under 4.8. If maximum closing and opening times are stated by the manufacturer, these shall not be exceeded.

5.6 Stored energy operation

Subclause 5.6 of IEC 62271-1 does not apply.

5.7 Independent manual operation or power operation (independent unlatched operation)

Subclause 5.7 of IEC 62271-1 does not apply.

5.8 Operation of releases

Subclauses 5.8.2 to 5.8.4 of IEC 62271-1 are applicable with the following addition.

For types and characteristics of relays and releases, see 5.101 of this standard.

NOTE In the remainder of this standard, the term overload relay should be taken to apply equally to an overload relay or an overload release as appropriate.

5.9 Low- and high-pressure interlocking and monitoring devices

Subclause 5.9 of IEC 62271-1 is applicable.

5.10 Nameplates

Subclause 5.10 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

Each contactor, controller or starter shall be provided with a nameplate carrying the following data, marked in a durable manner, and located in a place such that they are visible and legible when the contactor, controller or starter is in position.

Rated operational currents or rated operational powers (see 4.101) and other data required for application purposes shall be made available by the manufacturer, for which purpose the type designation or serial number is an essential part of the nameplate data.

If the available space on the nameplate is insufficient to carry all the data, the contactor or starter shall carry at least the information under a) and b). In this instance, the complete data shall be displayed elsewhere on the equipment.

NOTE In the case of contactors, controller or starters designed as withdrawable or removable units for building into factory assembled switchgear and controlgear, such nameplates need only be visible following such withdrawal or removal.

- a) the manufacturer's name or trade mark;
- b) type designation or serial number;
- c) rated frequency (f_r), for example ~ 50 Hz;
- d) rated voltage (U_r) (see 4.1);
- e) rated operational current (I_e) or power (see 4.101);
- f) altitude above 1 000 m (if applicable).

The following information concerning the operating coils of the contactor or starter shall be placed either on each coil or on the device:

- g) either the indication "d.c." (or the symbol ---) or value of the rated frequency, for example ~ 50 Hz;
- h) rated coil voltage.

Coils of operating devices shall have a reference mark permitting the complete data to be obtained from the manufacturer.

- i) rated capacitive switching current and class, if applicable.

5.11 Interlocking devices

Subclause 5.11 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

Further requirements for interlocking of a controller are specified in 5.11 of IEC 62271-200. Reversing contactors, and any other arrangement of two or more contactors that would cause a line-to-line fault if they were in the closed position at the same time, shall be mechanically and electrically interlocked to preclude this condition.

5.12 Position indication

Where position indicators are required, subclause 5.12 of IEC 62271-1 is applicable.

5.13 Degrees of protection provided by enclosures

Subclause 5.13 of IEC 62271-1 is applicable.

5.14 Creepage distances for outdoor insulators

Subclause 5.14 of IEC 62271-1 does not apply.

5.15 Gas and vacuum tightness

Subclause 5.15 of IEC 62271-1 is applicable.

5.16 Liquid tightness

Subclause 5.16 of IEC 62271-1 is applicable.

5.17 Fire hazard (flammability)

Subclause 5.17 of IEC 62271-1 is applicable.

5.18 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 5.18 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

Emission caused by switching operations is of short duration, of the order of milliseconds. The frequency, level and consequences of such emission are considered to be part of the normal electromagnetic environment of switchgear and controlgear. Such emission shall therefore not be taken to be electromagnetic disturbance.

5.19 X-ray emission

Subclause 5.19 of IEC 62271-1 is applicable.

5.101 Protective relays

Relays that provide protective functions such as overload, overcurrent, earth fault, and under/over voltage may be supplied by arrangement between manufacturer and user, for example to meet special requirements such as closer overload protection or abnormally long starting times.

It is the responsibility of the user to confirm that the characteristics of the protective devices provide adequate protection for the load circuit. The manufacturer shall provide details of the protective relays and SCPD on request.

5.102 Enclosures

For metal-enclosed contactors, starters and controllers, subclause 5.102 of IEC 62271-200 is applicable.

5.103 Controller

Controllers shall be designed so as to be capable of breaking, at the required recovery voltage, any current up to and including the rated short-circuit breaking current.

They shall also be designed so as to be capable of making, at the rated voltage, onto circuits to which the rated short-circuit making current applies.

5.104 Linkages between the fuse striker(s) and the indicator or contactor release

Any linkages between the fuse striker(s), fuse-blown indicator and/or contactor release, where fitted, shall be such that the contactor operates satisfactorily under both three-phase and single-phase conditions at the minimum and maximum requirements of a given type of striker (medium or heavy), irrespective of the method of striker operation (spring or explosive). The requirements for strikers are given in IEC 60282-1.

5.105 Starter

Starters shall be supplied with an overload current-sensing device. Overload current-sensing devices shall be arranged to open the contactor and may also energize a signal device.

Starters shall be designed so as to be capable of breaking, at the required recovery voltage, any current up to and including the rated short-circuit breaking current.

They shall also be designed so as to be capable of making, at the rated voltage, onto circuits to which the rated short-circuit making current applies.

6 Type tests

6.1 General

Clause 6 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions.

The type tests also include (refer to Table 4 for applicability)

- mechanical endurance tests (see 6.101);
- making and breaking and reversibility tests (see 6.102);
- overload current withstand tests (see 6.103);
- short-circuit current making and breaking tests (see 6.104);
- verification of operating limits and characteristics of overload relays (see 6.105);
- change-over ability and reversibility, where applicable (see 6.102.6 and 6.102.7);
- tests of the striker mechanism (see 6.101.4).

The following special type tests are not mandatory but should be conducted to verify performance claims:

- verification of coordination with SCPDs (see 6.106);
- electrical endurance tests (see 6.107);
- motor switching tests (see 6.108);
- capacitive switching tests (see 6.109).

The individual tests shall be made on a contactor in a clean and as-new condition, and the various type tests may be made at different times and at different locations.

All tests listed in Table 4 for the contactor shall be performed either on the stand alone contactor or as part of the tests for the starter or controller. Tests carried out on the starter or controller apply to the stand alone contactor installed during those tests. Further, it is understood that the SCPD will have been tested to the requirements of the relevant standard.

Thus, for controllers, four groups of tests are involved:

- a) tests on the contactor in accordance with this standard; these tests may be done on a controller other than that used for tests according to c);
- b) tests on the SCPD in accordance with the relevant standard, for example IEC 60282-1 or IEC 60644;
- c) tests on the controller in accordance with this standard;
- d) tests of the enclosure in accordance with IEC 62271-200.

The controller submitted for test shall

- 1) conform in all essential details to drawings of its type;
- 2) be in a clean and as-new condition, and fitted with the appropriate SCPD;
- 3) when release-operated, be equipped with over-current relays or releases of the lowest normal current rating associated with the fuses.

The responsibility of the manufacturer is limited to the specified values and not to the values obtained during the type tests.

The tests shall be made at the rated frequency with a tolerance of $\pm 10\%$, unless otherwise specified in the relevant subclauses.

NOTE For convenience of testing, wider tolerances of the rated frequency may be necessary. If the deviations are appreciable, i.e. when controlgear is rated for 50 Hz and tested at 60 Hz and vice versa, care should be taken in the interpretation of results.

Details relating to records and reports of type tests for making, breaking and short-time current performance are given in Annex A.

Table 4 – Applicable type tests

Test	Contactors	Starter	Controller	Subclause
Dielectric tests	X	X	X	6.2
Measurement of circuit resistance	X	X	X	6.4
Temperature-rise tests	X	X	X	6.5
Short-time and peak withstand current tests	X	X	X	6.6
Verification of the protection	–	X	X	6.7
Tightness tests	X	–	–	6.8
EMC tests	X	X	X	6.9
Verification of operating limits	X	X	X	6.101.1
Mechanical endurance tests	X	X	X	6.101.2
Interlocking tests	–	X	X	6.101.3
Rated making and breaking capacity tests	X	–	–	6.102
Reversibility tests	–	X	X	6.102.6
Change-over ability tests	–	X	X	6.102.7
Overload current withstand tests	X	–	–	6.103
Short-circuit current making and breaking tests	X	–	–	6.104
Verification of operating limits of overload relays	–	X	X	6.105
Coordination with SCPDs	X	–	–	6.106
Electrical endurance tests	X	–	–	6.107
Motor switching tests	X	–	–	6.108
Capacitive switching test	–	–	X	6.109
Tests on the striker mechanism	–	–	X	6.101.4

X: applicable to this configuration.

6.2 Dielectric tests

Subclause 6.2 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions.

6.2.1 Ambient air conditions during tests

Subclause 6.2.1 of IEC 62271-1 is applicable.

6.2.2 Wet test procedure

Subclause 6.2.2 of IEC 62271-1 not applicable.

6.2.3 Conditions of contactors and motor starters during dielectric tests

Subclause 6.2.3 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

The dielectric tests shall be made with components giving the most onerous dielectric conditions.

6.2.4 Criteria to pass the test

Subclause 6.2.4 of IEC 62271-1 is applicable.

6.2.5 Application of the test voltage and test conditions

Subclause 6.2.5 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

Impulse tests across open contacts are not required for contactors.

6.2.5.1 General case

Subclause 6.2.5.1 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions: for impulse tests, only test conditions 1, 2, and 3 of Table 9 of IEC 62271-1 are applicable for the contactor.

6.2.5.2 Special case

Subclause 6.2.5.2 of IEC 62271-1 is not applicable.

6.2.6 Tests of contactors and motor starters of $U_r \leq 245$ kV

Subclause 6.2.6 of IEC 62271-1 is applicable.

6.2.7 Tests of contactors and motor starters of $U_r > 245$ kV

Subclause 6.2.7 of IEC 62271-1 is not applicable.

6.2.8 Artificial pollution tests for outdoor insulators

Subclause 6.2.8 of IEC 62271-1 is not applicable.

6.2.9 Partial discharge tests

Subclause 6.2.9 of IEC 62271-1 is not applicable.

6.2.10 Dielectric tests on auxiliary and control circuits

Subclause 6.2.10 of IEC 62271-1 is applicable.

6.2.11 Voltage test as condition check

Subclause 6.2.11 of IEC 62271-1 is applicable.

6.3 Radio interference voltage (r.i.v.) test

Subclause 6.3 of IEC 62271-1 is not applicable.

6.4 Measurement of the resistance of circuits

Subclause 6.4 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

6.4.1 Main circuit

The current during the test shall have any convenient value between 50 A and the rated operational current. If the rated operational current is less than 50 A, the measurement shall be made at the rated operational current.

NOTE Where fuses are used as the SCPD, solid links of negligible resistance may be used instead of fuses but the resistance of the links should be recorded.

6.4.2 Auxiliary circuits

Subclause 6.4.2 of IEC 62271-1 is not applicable.

6.5 Temperature-rise tests

6.5.1 Conditions of the contactors and motor starters to be tested

Subclause 6.5.1 of IEC 62271-1 is applicable.

6.5.2 Arrangement of the equipment

Subclause 6.5.2 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

For values of thermal current I_{th} :

- a) the connections shall be in free air and spaced not less than the distance existing between the terminals;
- b) for single-phase or multi-phase tests, the minimum length of each temporary connection from an equipment terminal to another terminal or to the test supply or to a star point shall be 1,2 m;
- c) for three-pole contactors and starters, the tests may be made with all poles connected in series.

6.5.3 Measurement of the temperature and temperature rise

Subclause 6.5.3 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

The main circuit of a contactor, including the over-current releases which may be associated with it, shall be capable of carrying, without the temperature rises exceeding the limits specified in Table 3 of IEC 62271-1:

- for a contactor intended for continuous duty: its thermal current;
- for a contactor or controller intended for intermittent periodic duty or temporary duty: its rated operational current for the appropriate duty;
- for a controller with current-limiting fuses as the SCPD.

The test shall be carried out at the thermal current of the controller when fitted with fuses of the highest current rating and/or power dissipation. The temperature rises of the various parts of the controller shall not exceed the values specified in IEC 60282-1 for the fuses and IEC 62271-1 for the other parts of the controller.

The following characteristics of the fuses used for the test shall be recorded:

- a) manufacturer and type;
- b) rated voltage and rated current;
- c) internal resistance (see 6.4);
- d) power dissipation (measured according to the prescriptions of IEC 60282-1).

If the fuses are in an enclosure, the power dissipation at the end of the temperature-rise test is the maximum acceptable power dissipation of the controller and shall be recorded.

NOTE It is not necessary to test the performance for intermittent duty provided that compliance can be determined by calculation.

6.5.4 Ambient air temperature

Subclause 6.5.4 of IEC 62271-1 is applicable.

6.5.5 Temperature-rise test of the auxiliary and control equipment

Subclause 6.5.5 of IEC 62271-1 is applicable with the following additions.

6.5.5.101 Temperature-rise tests on contactor coils

The contactor coils shall be tested according to the following conditions, with the specified kind of supply current and at their rated voltage.

With rated operational current flowing through the main circuit, the windings of coils shall withstand, under continuous load and at the rated frequency, if applicable, their rated voltage without the temperature rises exceeding the limits specified. Specially rated coils, for example trip coils of latched contactors, shall withstand without damage the most severe operating cycle for which they are intended.

With no current flowing through the main circuit, under the same conditions of supply and without the temperature-rise limits being exceeded, the coil windings of contactors for intermittent duty classes 12 to 300 shall also withstand the frequencies of operation given in Table 5.

Table 5 – Intermittent duty operating cycles

Intermittent duty class of the contactor (see 4.102.2)	One close-open operating cycle every s	Interval of time during which the supply of the control coil of electrically held contactors is maintained s
12	300	180
30	120	72
120	30	18
300	12	7,2

NOTE 1 Intermittent duty classes 1 and 3 do not need to be tested since they are essentially the same as continuous duty.

NOTE 2 The interval of time during which the supply of the control coil of electrically held contactors is maintained represents a 60 % on-load factor (see 4.102.2).

The temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in the contactor coils. Contactor coils shall be tested for a sufficient time for the temperature rise to reach a steady-state value. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 K per hour. At the end of these tests, the temperature rise of the different parts of the contactor coils shall not exceed the values specified for the insulation class in Table 3 of IEC 62271-1.

6.5.5.102 Temperature-rise tests of auxiliary circuits

The temperature-rise tests of auxiliary circuits are made under the same conditions as those provided in 6.5.5.101.

At the end of these tests, the temperature rise of auxiliary circuits shall not exceed the values specified.

NOTE When the mutual heating effect between main circuit, control circuits and auxiliary circuits may be of significance, these temperature-rise tests are made simultaneously.

6.5.5.103 Temperature rise of starting resistors for rheostatic rotor starters

The temperature rise of resistors shall not exceed the limits specified by the resistor manufacturer, when the starter is operated at its rated duty (see 4.102) and according to its starting characteristics (see 4.111).

The current through each section of the resistors shall be thermally equivalent to the current during the starting time when the controlled motor is operating with the maximum starting

torque and the starting time for which the starter is rated (see 4.102 and 4.111); in practice, the average current for that resistor section can be used.

Starting operations shall be evenly spaced in time according to the number of starts per hour.

The temperature rise of the enclosures and the air issuing there from shall not exceed the limits specified in Table 3 of IEC 62271-1. Additionally, the exteriors of enclosures and the air issuing from ventilation openings of enclosures for resistors shall not exceed a temperature rise of 200 K. The manufacturer shall provide sufficient information in accordance with Clause 10.

NOTE It is not practical to test the performance of the starting resistors of every combination of motor output and rotor voltage and current; it is required only that a sufficient number of tests be made to prove, by interpolation or deduction, compliance with this standard.

6.5.5.104 Temperature rise of the auto-transformer or reactor for two-step auto-transformer or reactor starters

The temperature rise of the auto-transformer or reactor shall not exceed the limits specified in the appropriate component standard (for example IEC 60076-2 or IEC 60076-11:2004), increased by 15 K (see 4.4.101), when the starter is operated at its rated duty (see 4.102). No damage shall result to the auto-transformer or reactor.

The current through each winding of the auto-transformer or reactor shall be thermally equivalent to the current carried when the controlled motor is operating with six times the rated operational current I_e multiplied by:

$$0,8 \times \frac{\text{starting voltage}}{U_e} \text{ for a duration of 30 s (see 4.2.102).}$$

The operating test cycle shall be per the duty cycles defined in clause 4.109.2.

In the case of an auto-transformer or reactor with several sets of taps, the test shall be made with the taps giving the highest power loss in the transformer or reactor.

In order to facilitate this test, star-connected impedances may be used in place of a motor.

6.5.6 Interpretation of the temperature-rise tests

Subclause 6.5.6 of IEC 62271-1 is applicable.

6.6 Short-time withstand current and peak withstand current tests

Subclause 6.6 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition to 6.6.3.

These tests shall be performed on contactors which are to be assigned a short-circuit capability for coordination with short-circuit protective devices. Refer also to 6.104.

Separation of the contacts of a contactor or starter does not constitute a failure for these devices. The acceptability of damage shall be according to the classification assigned in accordance with 4.107.3.

NOTE Where applicable, solid links of negligible resistance are used in place of the SCPD.

6.7 Verification of the protection

Subclause 6.7 of IEC 62271-1 is applicable.

6.8 Tightness tests

Subclause 6.8 of IEC 62271-1 is applicable.

6.9 Electromagnetic compatibility tests (EMC)

Subclause 6.9 of IEC 62271-1 is applicable.

6.10 Additional tests on auxiliary and control circuits

Subclause 6.10 of IEC 62271-1 is applicable.

6.11 X-radiation test procedure for vacuum interrupters

Subclause 6.11 of IEC 62271-1 is applicable.

6.101 Mechanical tests

6.101.1 Verification of operating limits

When a contactor or starter can be supplied in several forms, according to the conditions of use (open type, various types of enclosure, etc.), the tests should only be carried out on one form stated by the manufacturer. The details of type and installation shall form part of the test report.

It shall be verified that the contactor or starter completes one operating cycle satisfactorily at each voltage limit specified in 4.8 and within the temperature limits specified when the coil is energized and de-energized long enough to ensure that the contactor comes to its extreme positions. Tests shall be performed with no current flowing through the main circuit.

When tests are performed on a contactor or motor starter destined for installation at high altitude, it may be necessary to make adjustments to the mechanism to achieve correct operation. Refer to 8.102.7.

6.101.2 Mechanical endurance tests

6.101.2.1 Condition for tests

The contactor or starter shall be installed as for normal service; in particular, the conductors shall be connected in the same manner as for normal use.

During the test, there shall be no voltage or current in the main circuit. The device may be lubricated before the test if lubrication is prescribed in normal service.

6.101.2.2 Operating conditions

The coils of the control electro-magnets shall be supplied at their rated voltage and, if applicable, at their rated frequency.

If a resistance or impedance is provided in series with the coils, whether short-circuited or not during the movement, the tests shall be carried out with these elements connected as in normal operation.

6.101.2.3 Test procedure

The tests are carried out at the frequency of operations corresponding to the class of intermittent duty. However, if the manufacturer considers that the device can satisfy the required conditions when using a higher frequency of operations in order to reduce the duration of the tests.

The duration of energization of the control coil shall be greater than the time of operation of the device, and the time for which the coil is not energized shall be of such a duration that the device can come to rest at both extreme positions.

The number of operating cycles to be carried out shall be not less than the number of no-load operating cycles specified in 4.105.

The maintenance programme prescribed by the manufacturer shall be followed.

This maintenance work shall not include any replacement of parts.

6.101.2.4 Results to be obtained

Following the tests of mechanical endurance, the contactor or starter shall still be capable of complying with the operating conditions specified in 4.8 and 6.101.1. The integrity of the interrupting medium shall be confirmed by performing a condition test as specified in 6.2.11.

There shall be no loosening of the parts used for connecting the conductors.

The results of the interrupting medium integrity tests shall be included in the test report.

6.101.3 Interlocking tests

Subclause 6.102 of IEC 62271-200 is applicable to starters and controllers with the following modification to the first sentence of 6.102.2.

The interlock shall be set in the position intended to prevent the operation of the switching devices and the insertion or withdrawal of removable parts, or the simultaneous operation of two switching devices.

6.101.4 Test of the striker mechanism

- a) To test the mechanical reliability of the linkages between the fuse striker(s) and the indicator or release, a total of 100 operations shall be made with the appropriate type of striker, of which 90 shall be made (30 in each pole) with one striker of minimum energy and 10 with three strikers of maximum energy operating simultaneously.

After performing this test duty, the mechanical functioning of the linkages shall be practically the same as before the tests.

- b) Using a dummy fuse-link with an extended striker, set to the minimum actual travel within the tolerance specified in IEC 60282-1, for each pole in turn it shall be shown that the contactor either cannot be closed or cannot remain closed according to its design.

NOTE For the purpose of these tests, a device simulating fuse-striker operation may be used.

6.102 Verification of rated making and breaking capacity

6.102.1 General

The tests concerning the verification of the making and breaking capacities of a contactor are intended to verify that the device is capable of making and breaking the currents stated in Table 6.

Reversibility and change-over tests are applied to controllers, as appropriate.

NOTE Some interrupting technologies may have extended arcing times at currents of less than 0,2 of rated operational current. In such cases further investigation may be required to insure that the contactor will function satisfactorily for applications such as reversing and autotransformer controllers.

Table 6 – Verification of rated making and breaking capacities – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories at rated voltage U_r

Category	Make		Break			
			Minimum rated breaking current		Highest rated breaking current	
	I_m/I_e^a	$\cos\varphi^b$	I_c/I_e	$\cos\varphi^b$	I_c/I_e	$\cos\varphi^b$
AC-1	1,5	0,95	0,2	0,95	1,5	0,95
AC-2	4	0,65	0,2	0,65	4	0,65
AC-3	8	0,35	0,2	0,15	8	0,35
AC-4 ^c	10	0,35	0,2	0,15	8	0,35

I_e Rated operational current (see 4.101)
 I_m Making current
 I_c Breaking current

^a The conditions for making are expressed in r.m.s. values, but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding to the power factor of the circuit, may be a higher value than the peak of the rms current(see 4.103.1.1, Note).
^b Tolerance for $\cos\varphi$: $\pm 0,05$.
^c In the case of re-acceleration or plug braking, it should be noted that, at the instant of making, the voltage and current may be doubled.

The verifications of making and breaking capacity may be made as a combined test.

During each series of tests, oscillographic, or equivalent, records shall be taken of the first and last operation (see 4.103.1.1 and 4.103.1.2).

Throughout the tests, there shall be no permanent arcing, no flashover between poles, no blowing of the fuse in the earth circuit (see 6.102.2) and no welding of the contacts.

The tests are made solely with the current of the same kind as the service current specified. In particular, devices intended for use on three-phase loads shall be tested with three-phase current; single-phase tests of such devices are not covered by this standard and shall be the subject of a special agreement.

6.102.2 Condition for tests

The device under test shall be mounted complete on its own support or on an equivalent support. A device whose performance may be influenced by any enclosure in which it is mounted shall be tested in the same type of enclosure as that in which it will be installed.

Air-break contactors intended for open mounting or to be mounted with other apparatus in an enclosure having large dimensions with respect to the volume of the contactor shall, for the verification of the making and breaking capacities, be surrounded by an enclosure. This enclosure shall be fabricated from bare woven wire cloth or perforated mild steel sheet of a thickness to ensure reasonable rigidity. Individual apertures in the wire cloth or perforated steel sheet shall not exceed 100 mm² in area. The dimensions of the enveloping earthed enclosure shall be declared to indicate the proximity of earthed metal permitted in subsequent applications.

The connections to the main circuit and auxiliary control circuit shall be similar to those intended to be used when the device is in service.

For verification of the making and breaking capacities, all parts of the device normally earthed in service, including its enclosure, shall be connected to the neutral point of the supply or to a substantially inductive artificial neutral permitting a prospective fault current of at least 100 A.

This connection shall include a reliable device (such as a fuse and current transformer combination) for the detection of the fault current and, if necessary, a resistor limiting the value of the prospective fault current to about 100 A.

6.102.3 Test circuit for the verification of rated making and breaking capacities

The power supply used for the verification of making and breaking capacities shall have sufficient power to permit the verification of the characteristics given in Table 6.

The test circuit is composed of the supply side and the load side. Earthing of the test circuit shall be in accordance with the requirements of 6.103.3 of IEC 62271-100: 2008.

The supply side TRV requirements shall be in accordance with the requirements of 6.104.5 of IEC 62271-100: 2008 for class S1. The load side shall be arranged to provide an amplitude factor and frequency of the TRV, on breaking, given by:

$$\text{Amplitude factor: } 1,4 \leq k_{af} \leq 1,6$$

$$\text{Frequency: } f \geq 2\,000 \times I_c^{0,2} \times U_r^{-0,8} \quad (\text{kHz})$$

where the values of I_c and U_r are in amperes and volts respectively (see Table 6).

The resistance and reactance of the test circuit shall be adjustable to satisfy the specified test conditions. The reactors shall be air-cored and shall be connected in series with the resistors, and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors. Parallel connecting of reactors is permitted only when these reactors have practically the same time-constant. A shunt resistor may be connected across the terminals of the reactor arrangement.

The total impedance required to set the test current shall be distributed between the supply side and the load side of the device. However, the impedance on the supply side shall be not greater than 10 % of the total impedance of the test circuit. A load side amplitude factor in excess of 1,6, where required for test purposes, shall be subject to agreement by the manufacturer.

6.102.4 Verification of rated making capacity

The making current to be obtained during the test shall be as given in Table 6 for the appropriate utilization category.

The number of closing operations to be made is the following:

- a) for contactors or starters of utilization category AC-3 or AC-4, the number is 100, of which 50 operations are made at 85 % and 50 operations at 110 % of the rated coil voltage;
- b) for contactors or starters of any other utilization category than AC-3 or AC-4, the number is 20, of which 10 operations are made at 85 % and 10 operations at 110 % of the rated coil voltage.

The duration of the test current shall be not less than 50 ms (thereby exceeding the total bounce time, if any, of the contacts). The time interval between opening operations shall be recorded in the test report.

6.102.5 Verification of rated breaking capacity (minimum and maximum)

The breaking current to be obtained during the test shall be as given in Table 6 for the appropriate utilization category.

The total number of opening operations for each of the minimum and maximum break conditions shall be 25.

The duration of the test current shall be not less than 50 ms and the time interval between opening operations should be recorded in the test report.

The recovery voltage after each operation shall be maintained for at least 0,3 s

NOTE The duration of each current flow need not exceed 0,5 s.

6.102.6 Reversibility tests

In the case of a reversing starter, the following test shall be carried out in addition to the making and breaking capacity tests of 6.102.3 and 6.102.4. A new starter may be used for the verification of reversibility.

The test circuit shall be in accordance with 6.102.3, and the current to be obtained shall be as given in Table 6 for category AC-4.

The test comprises 10 operating sequences, each sequence comprising the two operating cycles described below:

- a) 1st cycle: close A – open A/close B – open B – 10 s to 30 s rest;
- b) 2nd cycle: close B – open B/close A – open A – 10 s to 30 s rest;

(where A and B are either the two mechanical switching devices of the starter or the two circuits of a single switching device).

These cycles are repeated alternately.

The use of a symbolic form such as "open A/close B" implies that the change-over operation concerned shall be made as fast as the normal control system will allow.

During the test, the starter shall be operated in the manner in which it is intended to be used in service, and any mechanical or electrical interlocking devices which are normally provided shall be in use.

6.102.7 Change-over ability tests

In the case of a two-step auto-transformer, the following test shall be carried out in addition to the making and breaking capacity tests of 6.102.3 and 6.102.4. A new starter may be used for the verification of change-over ability.

The test circuit shall be in accordance with 6.102.3 and the current to be obtained in the RUN position shall be as given in Table 6 for category AC-3. The current obtained in the STARTING position shall be as derived from the auto-transformer or reactor. When an auto-transformer or reactor has more than one output voltage or tap connection, it shall be connected to give the highest starting current.

The test comprises 10 operating sequences as follows:

- make the current in the STARTING position;
- transition to the RUN position;
- break the current in the RUN position;
- OFF time.

The ON time in the STARTING and RUN positions shall be not less than 0,05 s, and the OFF time shall not be greater than stated in Table 7.

The load circuit shall be connected to the starter as would be the windings of a motor. The RUN position is that in which the auto-transformer is not in effect, and the motor is connected directly to rated voltage (U_r). During the test, the starter shall be operated in the manner in which it is intended to be used in service, and any mechanical or electrical interlocking devices which are normally provided shall be in use.

Table 7 – Relationship between current broken I_c and OFF time

Current broken I_c A	OFF time s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80

The OFF time values may be reduced if agreed by the manufacturer.

6.102.8 Behaviour during making, breaking, reversibility and change-over tests

During tests within the limits of specified making and breaking capacities, and with the specified number of operations, there shall be no permanent arcing, no flash-over between poles, no blowing of the fuse in the earth circuit (see 6.102.2) and no welding of the contacts.

6.102.9 Condition following making and breaking tests

The contactor shall, after performing the number of operations for rated making and breaking capacity (6.102.4 and 6.102.5), be capable of operating satisfactorily.

The contactor shall be inspected after any test-duty. Its mechanical parts and insulators shall be in essentially the same condition as before the test-duty. Visual inspection is usually sufficient for verification of the insulating properties. In case of doubt, the condition checking test according to subclause 6.2.11 of IEC 62271-1 is sufficient to prove the insulation properties.

In addition, the contactor shall be capable of carrying its normal current with a temperature rise not in excess of the temperature rise permitted by Table 3 of IEC 62271-1. If the condition of the contacts of the contacts can not be determined by visual inspection it will be necessary to perform an additional temperature-rise test.

For contactors with sealed for life interrupter units, the condition checking test is mandatory.

In the case of vacuum interrupters the condition check is by resistance. If the resistance across the terminals of the controller has changed by more than 20 % or if the resistance measurement is made across the terminals of the vacuum interrupters a 100 % increase of resistance is allowable.

Moderate wear of the parts of arc control devices exposed to the arc is permissible.

6.103 Overload current withstand tests

The overload current to be obtained during the tests shall be as given in Table 8, where I_e is selected for the appropriate utilization category.

The tests shall be performed, as three-phase tests, on a contactor or controller which has been closed by its normal means at the rated voltage of the closing device and held closed, or latched, for the duration of each test. The test voltage shall be sufficient to cause the required current to flow through all poles simultaneously for the specified duration.

Following these tests, the contactor or controller shall be capable of making and breaking its rated operational current at the rated voltage although its overload withstand performance may be impaired.

The main contacts shall be in such a condition, in particular with regard to burning, contact area, pressure and freedom of movement, that they are capable of carrying the rated operational current of the contactor or controller. The resistance of the main circuit shall be measured according to 6.4. If the resistance has increased by more than 20 %, and if it is not possible to confirm the condition of the contacts by visual inspection, it will be necessary to perform an additional temperature-rise test.

Table 8 – Overload current withstand requirements

Test current	Duration of the test s
$15 \times I_e$	1
$6 \times I_e$	30

6.104 Short-circuit current making and breaking tests

6.104.1 General

These tests shall be performed on contactors which are to be assigned a short-circuit capability for coordination with short-circuit protective devices.

6.104.2 Condition for test

The device under test shall be mounted complete on its own support or on an equivalent support. A device whose performance may be influenced by any enclosure in which it is mounted shall be tested in the same type of enclosure as that in which it will be installed.

Air-break contactors intended for open mounting or to be mounted with other apparatus in an enclosure having large dimensions with respect to the volume of the contactor shall, for the verification of the making and breaking capacities, be surrounded by an enclosure. This enclosure shall be fabricated from bare woven wire cloth or perforated mild steel sheet of a thickness to ensure reasonable rigidity. Individual apertures in the wire cloth or perforated steel sheet shall not exceed 100 mm² in area. The dimensions of the enveloping earthed enclosure shall be declared to indicate the proximity of earthed metal permitted in subsequent applications.

The connections to the main circuit and auxiliary control circuit shall be similar to those intended to be used when the device is in service.

For these tests, all parts of the device normally earthed in service, including its enclosure, shall be connected to the neutral point of the supply or to a substantially inductive artificial neutral permitting a prospective fault current of at least 100 A. This connection shall include a reliable device (such as a fuse and current transformer combination) for the detection of the fault current and, if necessary, a resistor limiting the value of the prospective fault current to about 100 A.

The operation voltage at the coil shall be 100 %.

It shall be shown that the device will operate satisfactorily under the above conditions at no-load. The travel of the switching contacts shall be recorded, if practicable.

See also the relevant conditions of 6.102 of IEC 62271-100: 2008.

6.104.3 Test circuit

Earthing of test circuit shall be in accordance with the requirements of 6.103.3 of IEC 62271-100: 2008.

The TRV requirements shall be in accordance with the requirements of 6.104.5 of IEC 62271-100: 2008 for circuit-breaker used in cable systems (class S1).

The resistance and reactance of the test circuit shall be adjustable to satisfy the specified test conditions. The reactors shall be air-cored and shall be connected in series with the resistors, and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors. Parallel connecting of reactors is permitted only when these reactors have practically the same time-constant. A shunt resistor may be connected across the terminals of the reactor arrangement.

6.104.4 Short-circuit making and breaking tests

At least one making and breaking operation (CO) shall be performed.

If three making and breaking operations (CO) are successfully performed at a value equal to or higher than the maximum take-over current of 6.106.3.3, then it is not necessary to perform test duty C in 6.106.3.3.

The test requirements shall be in accordance with the relevant requirements of 6.105 and 6.106.4 of IEC 62271-100: 2008.

Where appropriate, an SCPD shall be replaced by solid links of negligible impedance.

The recovery voltage after each operation shall be maintained for at least 0,3 s

6.104.5 Behaviour during short-circuit making and breaking tests

During the tests there shall be no permanent arcing, no flash-over between poles, no blowing of the fuse in the earth circuit (see 6.104.2) and no welding of the contacts.

6.104.6 Condition after short-circuit making and breaking tests

The contactor shall, after short-circuit making and breaking tests, be capable of operating satisfactorily.

The contactor shall be inspected after any test-duty. Its mechanical parts and insulators shall be in essentially the same condition as before the test-duty. Visual inspection is usually sufficient for verification of the insulating properties. In case of doubt, the condition checking test according to clause 6.2.11 of IEC 62271-1 is sufficient to prove the insulation properties.

For contactors with sealed for life interrupter units, the condition checking test is mandatory.

In the case of vacuum interrupters the condition check is by resistance. If the resistance across the terminals of the controller has changed by more than 20 % or if the resistance measurement is made across the terminals of the vacuum interrupters a 100 % increase of resistance is allowable.

Moderate wear of the parts of arc control devices exposed to the arc is permissible.

6.105 Verification of operating limits and characteristics of overload relays

When a starter can be supplied in several forms, according to the conditions of use (open type, various types of enclosure, etc.), the tests should only be carried out on one form stated by the manufacturer. In the case of tests at $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ on overload relays compensated for ambient air temperature, the tests may be carried out on a starter without enclosure. The details of type and installation shall form part of the test report.

The starter shall be connected as in service, using cables the cross-sections of which shall be chosen, depending on the current setting of the overload relay, in accordance with the relation given in Table 5 between cross-sections and the value of the rated operational current.

Operating characteristics of the thermal overload shall be verified and need only be carried out at one specified value of ambient temperature.

6.106 Verification of coordination with SCPDs

The verification of the general condition of coordination under 4.107 shall be performed as follows:

- short-circuit breaking capacity of the SCPD: by reference to the results of breaking capacity tests carried out on the SCPD according to the relevant specification;
- overload current withstand of the SCPD: by reference to the results of overload tests carried out separately on the SCPD according to the relevant specification;
- the coordination and the type of damage classification shall be verified by the tests specified in 6.106.1 to 6.106.3. Such tests are special type tests.

6.106.1 Test conditions

6.106.1.1 Condition of the controller before test

The controller under test shall be mounted complete on its own support or on an equivalent support, and connected as in normal operation. The starter shall be operated in the manner specified and, in particular, it shall be operated at 85 % of the rated control circuit quantities.

It shall be shown that the starter will operate satisfactorily under the above conditions on no-load. The travel of the switching contacts shall be recorded, if practicable.

The tests shall be performed on the starter in association with an SCPD having the highest rated current declared by the manufacturer as suitable for use with the starter. The overload relay or release shall be of the lowest rated operational current rating associated with that SCPD, and of the shortest time setting, if adjustable. The tests shall be carried out at the ambient temperature and without previous loading.

6.106.1.2 Frequency

The controller shall be tested at rated frequency with a tolerance of $\pm 10\%$.

However, for convenience of testing, some deviations from the above tolerance are allowable; for example, when controllers rated at 50 Hz are tested at 60 Hz and vice versa, care should be exercised in the interpretation of results, taking into account all significant facts such as the type of the contactor and the type of test performed.

6.106.1.3 Power factor

The power factor of the test circuit shall be determined by calculation from the circuit constants or by measurement and shall be taken as the average of the power factors of all phases.

6.106.1.4 Arrangement of test circuits

For test duties A and B, the starter in association with the SCPD shall preferably be connected in a circuit having the neutral point of the supply not earthed and the three-phase short circuit earthed, as shown in Figure 2. Alternatively, a circuit as indicated in Figure 3 may be used.

The TRV requirements shall be in accordance with the requirements of Table 9.

For test duty C, the preferred circuit shall be as indicated in Figure 4. Alternatively, a circuit as indicated in Figure 5 may be used. The impedance necessary to set the test current to the value required for test duty C shall be added on the source side of the starter.

For a starter producing an emission of flame or metallic particles, the tests shall be made with metallic screens placed in the vicinity of the live parts and separated from them by a clearance distance which the manufacturer shall specify. The screens, frame and other normally earthed parts shall be insulated from earth, but connected thereto by a suitable device to indicate leakage current to earth.

6.106.2 Test quantities

Where a tolerance is not specified, tests shall be carried out at values not less severe than the specified values; the upper limits are subject to the consent of the manufacturer.

6.106.2.1 Applied voltage before short-circuit making tests

The average value of the applied voltage between phases shall be equal to the rated operational voltage. The difference between this average and the applied voltage between each pair of phases shall not exceed 5 %.

6.106.2.2 Prospective current

The r.m.s. value of the a.c. component of the prospective short-circuit current shall be measured one half-cycle after the initiation of the short circuit in the prospective current test.

The r.m.s. value of the a.c. component in any phase shall not vary from the average by more than 10 % of the average.

6.106.2.3 Breaking current

The breaking current shall be the r.m.s. value of the a.c. component measured at the instant of initiation of the interruption process.

6.106.2.4 Transient recovery voltage (TRV)

The prospective TRV of the test circuit shall be determined by such a method as will produce and measure the oscillation without materially influencing it, and shall be measured at the terminals to which the apparatus under test will be connected, with all necessary test measuring devices, such as voltage dividers, included.

For three-phase circuits, the TRV refers to the first pole to clear, i.e. the voltage across one open pole with the other two poles closed, with the appropriate test circuit arranged in accordance with 6.106.1.4.

The prospective TRV curve of a test circuit is represented by its envelope drawn as shown in Figure 6 and by its initial portion.

The prospective TRV wave of the test circuit shall comply with the following two requirements:

Requirement a)

Its envelope shall at no time be below the specified reference line.

NOTE It is stressed that the extent by which the envelope may exceed the specified reference line requires the consent of the manufacturer.

Requirement b)

Its initial portion shall not cross the delay line where specified.

When the prospective test TRV is not a single-frequency wave, it shall be evaluated by the two parameter method (Figure 6). The straight lines 0BAC obtained in this way shall be above the area bounded by the time axis and the reference line of the specified TRV (Figure 7).

6.106.2.5 Power frequency recovery voltage

The power frequency recovery voltage shall be maintained across the terminals of the controller for at least 0,3 s after interruption.

The power frequency recovery voltage of a three-phase test circuit shall be the average value of the power frequency recovery voltage in all phases measured after interruption. It shall be determined in accordance with 6.106.2.6.

6.106.2.6 Power frequency recovery voltage measurements

The power frequency recovery voltages of the test circuit shall be measured between the terminals of each pole of the controller in each phase of the test circuit.

Oscillograms of the power frequency recovery voltage shall be measured one cycle after interruption in accordance with Figure 8.

6.106.3 Test duties

The controller under test shall be arranged as specified in 6.106.1. The test quantities shall be in accordance with 6.106.2, except that 6.106.2.4 does not apply to test duties A and B.

6.106.3.1 Test duty A – 100 % break test

One break test shall be made with the controller connected to a supply capable of delivering maximum prospective current equal to the rated short-circuit current of the controller, with a tolerance of ${}^{+5}_0$ %.

The power factor shall not exceed 0,15 inductive load.

The power frequency recovery voltage shall be equal to the rated voltage divided by $\sqrt{3}$.

NOTE For this test, the controller is closed as in normal service and the short circuit will be applied by external means (see 6.106.1.1 for control circuit parameters).

6.106.3.2 Test duty B – 100 % make test

One make test shall be made with the controller connected to a supply capable of delivering maximum prospective current equal to the rated short-circuit current of the controller, with a tolerance of ${}^{+5}_0$ %.

The power factor shall not exceed 0,15 inductive load.

NOTE 1 For this test, the mechanical switching device will close on the fault (for control circuit parameters, see 6.106.1.1).

NOTE 2 The variability of the closing time of the contactor prevents accurate control of contact touch therefore control of the making instant on the voltage wave cannot be applied.

6.106.3.3 Test duty C – Breaking tests near the take-over point

Three breaking tests shall be made to prove the protection coordination offered by the controller. The interval between tests shall not exceed 3 min, or such minimum longer time as is necessary to change fuse-links.

For this test duty, the value of the breaking current shall be equal to, or greater than, the maximum take-over current as determined by the coordination curves of maximum rated SCPD and overload relay characteristics for a given controller with a minimum of seven times the rated operational current (I_e) of the controller (see Figure 10).

These tests shall be made with the SCPD replaced by solid links of negligible impedance and shall be made in a three-phase circuit. The tolerance on the specified breaking current is ${}^{+5}_0$ % and the d.c. component of any phase at contact separation shall not exceed 20 %.

The power factor of the circuit, determined in accordance with 6.106.1.3, shall be 0,2 to 0,3 inductive load if the breaking current exceeds 400 A, or 0,3 to 0,4 inductive load if the breaking current is equal to or less than 400 A.

The power frequency recovery voltage shall be equal to the rated operational voltage divided by $\sqrt{3}$ whilst the prospective transient recovery voltage shall be in accordance with Table 9 and 6.106.2.4.

The test can be performed with a new controller.

Table 9 – Transient recovery voltage characteristics

Rated voltage U_r	TRV peak value u_c	Time coordinate t_3	Rate of rise u_c/t_3
kV	kV	μ s	kV/ μ s
2,5	4,3	70	0,061
3,6	6,2	80	0,077
5,0	8,6	90	0,096
7,2	12,4	104	0,119
12,0	20,6	120	0,172
15,0	25,7	132	0,195
17,5	30,0	143	0,210
24,0	41,2	175	0,235

NOTE When a controller is installed for instance in the vicinity of a large transformer bank, and conditions may occur in which there are no parallel loads, the TRV may be more severe than the values of Table 9 for currents lower than the specified breaking current. Such conditions of application should be referred to the manufacturer.

6.106.3.4 Alternative method to test duty A, B and C

Instead of test duty A (6.106.3.1) a peak current withstand test shall be performed with the fuses replaced by solid links.

Instead of test duty B (6.106.3.2) a making test shall be performed using the same test circuit.

In both tests the test current shall be switched off after one cycle and the value of the peak current shall be not less than the value of the maximum of the peak let through current of the largest fuse with which the contactor is to be and the applied voltage shall be equal to the rated voltage.

If three making and breaking operations are successfully performed per 6.104.4 with a current equal to or higher than the maximum take-over current test duty C (6.106.3.3) is not required.

6.106.4 Behaviour of starter during tests

During the tests, there shall be no earth faults or excessive emission of flame or gases from enclosed starters which could endanger an operator.

For a starter that is intended for open mounting or to be mounted with other apparatus in an enclosure having large dimensions with respect to the volume of the starter, arc and flames shall not extend beyond the safety area stated by the manufacturer.

Any replacements during test duties A or B shall only be those permitted by classification type a, b or c as stated in 4.107.3.

6.106.5 Condition of starter after test

The condition of the starter after test duties A and B will be the basis for assigning the classification of the starter into type a, b or c as described in 4.107.3.

After test duty C, there shall be no material damage as described in 4.107.3.

6.107 Electrical endurance tests

Electrical endurance tests are included as special type tests and sufficient tests need only be carried out to provide a wear curve that can be reliably extrapolated, since the power requirements and time for a complete test are prohibitive.

The making and breaking currents and the test voltages are those given in Table 10.

The majority of the electrical endurance tests may, however, be carried out at any convenient voltage above the arc voltage with the device switching at the current and power factor given in Table 10. At this reduced voltage, it shall be shown that the arc duration is consistent with that measured during the corresponding full voltage test. A minimum of five tests shall be made at full voltage at the end of the test series to confirm that the performance is substantially unchanged. Oscillographic or equivalent records, in accordance with Annex A, shall be made of these final tests and included in the test report. The number of operations performed to determine the wear curve shall be noted in the test report.

After the test, the device shall fulfil the operating conditions specified in 6.101.1 and withstand the dielectric tests of 6.2, but limited to the application of a voltage not exceeding the levels specified in 6.2.11 of IEC 62271-1.

Table 10 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories

Category	Make			Break		
	I_m/I_e^a	U_r	$\cos\varphi^b$	I_c/I_e	U_{rec}/U_r	$\cos\varphi^b$
AC-1	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-2	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4 ^c	6	1	0,35	6	1	0,35
I_e	Rated operational current (see 4.101)					
I_m	Making current					
I_c	Breaking current					
U_r	Rated voltage (see 4.1)					
U_{rec}	Recovery voltage					
1	The conditions for making are expressed in r.m.s. values, but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding to the power factor of the circuit, may be a higher value than the peak of the rms current (see Note of 4.103.1.1).					
2	Tolerance for $\cos\varphi$: $\pm 0,05$ %.					
3	In the case of re-acceleration or plug braking, it should be noted that, at the instant of making, the voltage and current may be doubled.					

6.108 High-voltage motor current switching tests

Subclause 6.114 of IEC 62271-110 is applicable.

6.109 Capacitive current switching tests

Subclause 6.111 of IEC 62271-100: 2008 is applicable with the following additions.

NOTE References to circuit-breakers will apply to contactors for this standard.

6.109.1 Applicability

Only capacitor bank (single or back-to-back) current switching tests are applicable.

The values of rated capacitive switching currents shall be given by manufacturer.

6.109.2 General

Tests for capacitor switching shall be performed according to Subclause 6.111.9.1 of IEC 62271-100: 2008. The equipment is classified according to its restrike performance during this test.

Reignitions during the capacitive current switching tests are permitted. Two classes are defined according to their restrike performances (see 3.4.113, and 3.4.114).

6.109.3 Characteristics of supply circuits

Subclause 6.111.3 of IEC 62271-100: 2008 is applicable.

6.109.4 Earthing of the supply circuit

Subclause 6.111.4 of IEC 62271-100: 2008 is applicable.

6.109.5 Characteristics of the capacitive circuit to be switched

Subclause 6.111.5 of IEC 62271-100: 2008 is applicable.

6.109.6 Waveform of the current

Subclause 6.111.6 of IEC 62271-100: 2008 is applicable.

6.109.7 Test voltage

Subclause 6.111.7 of IEC 62271-100: 2008 is applicable.

6.109.8 Test current

The values of capacitive switching test currents shall be given by manufacturer.

6.109.9 Test-duties

Subclause 6.111.9 of IEC 62271-100: 2008 is applicable with the following additions.

Only test-duties BC1 and BC2 and test conditions for class C2 are applicable for this standard.

6.109.9.1 Test conditions

6.109.9.1.1 Test-duties for classes C1 and C2

Subclause 6.111.9.1.1 of IEC 62271-100: 2008 is applicable with the following additions.

No preconditioning test is necessary.

It is not required to reverse terminal connections between test-duty 1 (BC1) and test-duty 2 (BC2).

6.109.9.1.2 Three-phase capacitor bank (single or back-to-back) current switching tests

Subclause 6.111.9.1.4 of IEC 62271-100: 2008 is applicable with following addition.

NOTE If the opening time of the contactor prevents accurate control of contact separation, the requirement for either the closing angle or/and the minimum arcing times can be ignored.

6.109.9.1.3 Single-phase capacitor bank (single or back-to-back) current switching tests

Subclause 6.111.9.1.5 of IEC 62271-100: 2008 is applicable with following addition.

NOTE If the opening time of the contactor prevents accurate control of contact separation, the requirement for either the closing angle or/and the minimum arcing times can be ignored.

6.109.10 Criteria for classification

6.109.10.1 Class C1

The contactor shall have successfully passed the tests if no more than five restrikes occurred during test-duties 1 (BC1) and 2 (BC2) conditions given in 6.109.9.1.1.

6.109.10.2 Class C2

The contactor shall have successfully passed the tests if no restrike occurred during test-duties 1 (BC1) and 2 (BC2) conditions given in 6.109.9.1.1.

If one restrike occurred during the complete test-duties 1 (BC1) and 2 (BC2), then both test-duties shall be repeated on the same apparatus without any maintenance. If no additional restrike happens during this extended series of tests, the contactor shall have successfully passed the tests. External flashover and phase-to-ground flashover shall not take place.

7 Routine tests

Clause 7 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

The routine tests also comprise operating tests in accordance with 7.101 and tests dependent on starter type in accordance with 7.102.

7.1 Dielectric test on the main circuit

Subclause 7.1 of IEC 62271-1 is applicable.

7.2 Tests on auxiliary and control circuits

Subclause 7.2 of IEC 62271-1 is applicable.

7.3 Measurement of the resistance of the main circuit

Subclause 7.3 of IEC 62271-1 is applicable.

7.4 Tightness test

Subclause 7.4 of IEC 62271-1 is applicable.

7.5 Design and visual checks

Subclause 7.5 of IEC 62271-1 is applicable.

7.101 Operating tests

Tests are carried out to verify operation within the limits specified in 4.8. As the main contacts are in a new condition, an adjustment may be necessary to the figure for minimum drop-out voltage which is specified for worn contacts.

During these tests, it shall be verified, in particular, that the contactors open and close correctly when their operating devices are energized. It shall also be verified that operation will not cause any damage. SCPDs (for example fuses), if any, of maximum mass and dimensions shall be fitted.

For all controllers, the following test shall be carried out where applicable:

- a) with the action of one fuse striker of minimum energy simulated: five operations to test the reliability of the fuse-blown indicator;
- b) at the specified maximum supply voltage: five operating cycles;
- c) at the specified minimum supply voltage: five operating cycles;
- d) for release-operated controllers only, at rated supply voltage: five operating cycles with a tripping circuit energized by the closing of the main contacts.

Tests a), b) and c) shall be made without current passing through the main circuit.

For controllers fitted with overcurrent releases, the releases shall be set at the minimum calibration mark on the overcurrent scale.

During test d), it shall be shown that the overcurrent releases operate correctly at no more than 110 % of the setting value on the over-current scale.

NOTE This current may be supplied from a suitable low-voltage source or injected at the secondary of the current transformers.

During all the foregoing routine tests, no adjustments shall be made and the operation shall be faultless. The closed and open positions shall be attained during each operating cycle of tests a), b) and c).

After the tests, the controller shall be examined to determine that no parts have sustained damage and that all parts are in a satisfactory condition.

Tests shall be made to verify the operation of overload relays if supplied.

7.102 Tests dependent on starter type

7.102.1 For rheostatic rotor starters

Tests shall be performed to verify the proper operation of time-delay relays and the calibration of any other devices used for controlling the rate of starting.

The value of the starting resistors shall be verified for each step, with a tolerance of $\pm 10\%$.

It shall also be verified that the rotor switching devices cut out the steps of resistors in the correct sequence.

7.102.2 For two-step auto-transformer starters

It shall be verified that the open-circuit voltages on the tapping terminals of the auto-transformer are in accordance with the design figures and that the phase sequence at the motor terminals is correct in both STARTING and RUN positions of the starter.

7.102.3 For two-step reactor starters

It shall be verified that the impedance of the tapping terminals of the reactor is in accordance with the design figures and that the phase sequence at the motor terminals is correct in both the STARTING and RUN positions of the starter.

8 Guide to the selection of contactors and motor-starters for service

8.101 General

A contactor or starter, including a controller, suitable for a given duty in service is best selected by considering the individual rated values required by load conditions and fault conditions.

The complete list of rated characteristics is given in Clause 4. The following individual ratings are dealt with in this clause:

– rated voltage (U_r)

8.102.1

- rated insulation level (U_d and U_p) 8.102.2
- rated frequency (f_r) 8.102.3
- rated short-circuit breaking current (I_{sc}) 8.102.4

For rated characteristics not dealt with in this clause reference should, if applicable, be made to Clause 4 as follows.

Rated characteristics for all contactors and starters

- rated short-time withstand current (I_k) 4.5
- rated peak withstand current (I_p) 4.6
- rated duration of short circuit (t_k) 4.7
- rated supply voltage of operating devices, and of auxiliary and control circuits (U_a) 4.8
- rated supply frequency of operating devices and of auxiliary circuits 4.9
- rated operational current (I_e) or rated operational power 4.101
- rated duties 4.102
- rated load and overload characteristics 4.103
- utilization category 4.104
- mechanical endurance 4.105

Characteristics given on request

- thermal current (I_{th}) 8.102.5
- electrical endurance 4.106
- coordination with short-circuit protective devices 4.107
- motor switching characteristics 6.108

Characteristics dependent on starter type

- automatic change-over devices and automatic acceleration control devices 4.108
- starting auto-transformer characteristics 4.109
- starting reactor characteristics 4.109
- starting resistor characteristics for rheostatic rotor starters 4.110

Other parameters to be considered when selecting contactors or motor starters are, for example:

- local atmospheric and climatic conditions 8.102.6
- use at high altitudes 8.102.7
- coordination with current-limiting fuses such as the SCPD 8.102.8
- degree of protection for the enclosure and partitions IEC 62271-200
- type of metal-enclosed controlgear IEC 62271-200

8.102 Selection of ratings and characteristics for service conditions

8.102.1 Selection of rated voltage

The rated voltage of the equipment should be chosen so as to be at least equal to the highest voltage of the system at the point where it is to be installed.

The rated voltage should be selected from the standard values given in 4.1.

In selecting the rated voltage, the corresponding insulation levels specified in 4.2 should also be taken into account (see also 8.102.2).

8.102.2 Insulation coordination

The rated insulation level should be selected according to 4.2. The values in these tables apply to both indoor and outdoor equipment.

8.102.3 Rated frequency

The manufacturer should be consulted if a contactor, or motor starter, is to be used at any frequency other than rated frequency (see 4.3).

8.102.4 Rated short-circuit breaking current

As stated in 4.107, the rated short-circuit breaking current is the highest prospective short-circuit current which the controller shall be capable of breaking under the conditions of use and behaviour prescribed in this standard in a circuit having a power-frequency recovery voltage corresponding to the rated voltage of the controller.

The rated short-circuit breaking current of a controller is largely determined by that of the SCPD and shall be equal to or greater than the maximum expected fault current level of the point in the distribution system at which the controller is to be located. When forming a switchboard incorporating both circuit-breakers and starters, the rated short-circuit breaking current of the complete board should have one value, namely that of the lowest rated circuit. This rating then forms the basis for type testing of the short-circuit withstand capability of the main circuit conductors of the controller, i.e. the busbars and connections upstream of the SCPD.

8.102.5 Thermal current

Reference should be made to IEC 60282-1 where comment is made on the rated normal current of fuses and its selection, and on how it may be affected by the mounting of the fuses in an enclosure.

The thermal current of a switch-fuse combination is assigned by the controller manufacturer on the basis of information gained from temperature-rise tests and will depend on the type and ratings of the contactor and the fuses. It may have to be reduced where the ambient temperature in service exceeds the prescribed ambient temperature (see 2.1 and 2.2 of IEC 62271-1).

NOTE The thermal current of a controller is generally less than, but should not be in excess of, the rated current of the fuses as assigned by the fuse manufacturer.

8.102.6 Local atmospheric and climatic conditions

It should be specified in the enquiry whether the equipment is to be of indoor or outdoor type. For outdoor installation, it is assumed that the equipment will be mounted in a suitable enclosure. Inside the enclosure, normal indoor conditions are considered to prevail. If necessary, appropriate measures shall be taken, such as space heaters or air-conditioning, so that common indoor components may be used. This does not apply to gas-filled compartments.

8.102.7 Use at high altitudes

The normal service conditions specified in Clause 2 of IEC 62271-1 provide for controlgear intended for use at altitudes not exceeding 1 000 m.

Installation at altitudes above 1 000 m up to 3 000 m is also recognized in this standard (2.2.1), but it may be necessary for the manufacturer and end user to take account of variations in the design for higher altitudes, for example temperature rise, insulation level and mechanical parameters and to make any necessary setting adjustments.

8.102.8 Coordination with current-limiting fuses such as the SCPD

The object of this part of the guide, taken in conjunction with that for fuses (IEC 60282-1), is to specify criteria for the selection of a combination of contactor and SCPD which will assure safe operation, using the parameter values established by tests in accordance with IEC 60282-1, IEC 60644 and this standard.

IEC 60644 applies primarily to fuse-links, complying with the requirements of IEC 60282-1, used with motors started direct-on-line and intended to withstand normal service conditions, and to the selection of fuse-links with particular reference to the K factor under repetitive starting conditions.

The test duties specified in this standard, together with the associated guidance as to the application of these tests to other combinations, cover most users' requirements. However, some cases, for example to support the use of a back-up fuse by type tests done on the controller using so-called full-range fuses from another manufacturer, may require additional testing. Such testing should be subject to agreement between the manufacturer and user.

8.102.8.1 Take-over current

The value of the take-over current of a controller is dependent upon both the release initiated opening time of the contactor and the time-current characteristic of the fuse. As its name implies, it is the value of overcurrent above which the fuses take over the function of current interruption from the release and contactor.

From a practical standpoint, the maximum take-over current for a given application is determined as follows.

Superimpose upon the maximum pre-arcing time-current characteristic (based on a current tolerance of $\pm 6,5\%$) of the fuse (see Figure 10) a time equal to the minimum opening time, or minimum response time if operated by an overcurrent relay and/or time delay device. The associated current is the value of the take-over current, and shall not be greater than the rated take-over current which is the current determined by the fuse manufacturer and used on test duty C (see 6.106.3.3).

NOTE In this subclause, a current tolerance $\pm 6,5\%$ is used (i.e. $\pm 2\sigma$ of $\pm 10\%$). This is based on current practice.

8.102.8.2 Extension of the validity of making and breaking type tests

As it is recognized that it may well be impractical to test all combinations of contactor and fuses, and to carry out repeat tests on controllers whenever the fuse is altered, this standard specifies conditions whereby the validity of the making and breaking type tests may be extended to cover combinations of contactor and fuses other than that (those) tested.

The fuse manufacturer or the user can, on his own responsibility, avail himself of this extension and decide which other types of fuses can validly be used in the controller.

The principles on which the conditions for extending the validity of the making and breaking type tests are based are as follows:

- a) any fuse or modified fuse used in a controller shall have been certified to its relevant standard. This is necessary not only to prove the fuse but also to provide cut-off current and operating I^2t data;
- b) the cut-off current and operating I^2t of the fuse shall be no greater than those of the fuse tested in the controller in order to ensure that the contactor contacts cannot be subjected to unproven conditions;

- c) the same type of fuse striker (energy output) as that fitted to the fuse tested in the controller shall be used in order to give assurance that the contactor will be released without damage (see also 5.104).

8.102.8.3 Fuse operation

- a) The three fuses fitted in a given controller shall be all of the same type and current rating, otherwise the breaking performance of the controller could be adversely affected.
- b) It is vital, for the correct operation of the controller, that the fuses are inserted with the strikers correctly located.
- c) When a controller has operated as a result of a three-phase fault, it is possible for
- 1) only two out of the three fuses to have operated;
 - 2) all three fuses to have operated, but for only one out of the three strikers to have ejected.

Such partial operation of one fuse can occur under three-phase service conditions and is not unusual.

- d) Where a controller has opened without any obvious signs of a fault on the system, examination of the operated fuse or fuses may give an indication as to the type of fault current and its approximate value. Such an investigation is best carried out by the fuse manufacturer who is usually prepared to offer such a service to users.
- e) It is most strongly advisable to discard and replace all three fuses when the fuse(s) in one or two poles of a controller has(have) operated. If one or more fuse elements have melted open within the fuse, this will lower the minimum breaking current so that it may fail at operational currents and burn out of the side of the fuse insulating tube destroying the controller. A resistance check in the micro ohm range can verify the serviceability of the fuse.
- f) Before removing or replacing fuses, the operator should satisfy himself that the fuse-mount is electrically disconnected from all parts of the controller which could still be electrically energized. This is especially important when the fuse-mount is not visibly isolated.
- g) It is considered good practice, especially for lower damage classification categories, to check that the contactor has not been subjected to contact welding.

9 Information to be given with enquiries, tenders and orders

9.101 Information to be given with enquiries and orders

When enquiring for or ordering a contactor, or motor starter, the following particulars should be supplied by the enquirer.

- a) Particulars of systems, i.e. nominal and highest voltages, frequency, number of phases, and details of neutral earthing.

If the equipment is to be used in installations exposed to lightning and/or switching over-voltages.

- b) Service conditions, including minimum and maximum ambient temperatures, the latter if greater than the normal value; altitude class; and any special conditions likely to exist or arise, for example unusual exposure to water vapour, moisture, fumes, explosive gases, excessive dust or salt air (see 8.102.6 and 8.102.7).

If the equipment may be fitted to a moving device, if its support may be capable of assuming a sloping position either permanently or temporarily (for example devices fitted aboard ships), or if the equipment may be exposed in service to abnormal shocks or vibrations.

The enquirer should provide information of the type and dimensions of any special electrical connections with other apparatus, in order to enable enclosures and terminals

meeting the conditions of installation and temperature rise prescribed by this standard to be provided. Attention should be drawn to any special need for silent operation.

If the equipment may be used for applications not clearly within the scope of this standard, for example the switching of transformers.

- c) Characteristics, as appropriate and listed in Table 1, should be given.

9.102 Information to be given for coordination with current-limiting fuse SCPDs

The controller manufacturer shall give, apart from the rated quantities, the following information:

- a) maximum acceptable power dissipation of the controller (see d) of 6.5.3);
- b) maximum cut-off current that the contactor has been proven to be able to deal with (see 8.102.8.2);
- c) maximum I^2t that the fuse has been proven to be able to deal with (see 8.102.8.2);
- d) fuse-initiated opening time of the contactor and also, where applicable, the minimum release-initiated opening time of the contactor (see 8.102.8.1);
- e) types and dimensions of the fuses which can be used in the controller;
- f) type of fuse striker (medium or heavy);
- g) filling medium (type and amount), where applicable;

Where a user wishes to use a fuse of a type different from those listed under e) above but of the same dimensions, he should, in addition to referring to the application guide (Clause 8), request the following information from the fuse manufacturer in accordance with IEC 60282-1.

- h) I^2t characteristic (according to IEC 60282-1);
- i) cut-off current characteristic;
- j) rated short-circuit breaking current;
- k) rated minimum breaking current;
- l) power dissipation at rated current;
- m) pre-arcing time-current characteristic;
- n) type of fuse striker (medium or heavy).

10 Transport, storage, installation, operation and maintenance

Clause 10 of IEC 62271-1 is applicable with the following addition.

High-voltage fuses, although robust in external appearance, may have fuse elements of relatively fragile construction. Fuses should, therefore, be kept in their protective packaging until ready for installation and should be handled with the same degree of care as a relay, meter or other similar item. Where fuses are already fitted in a controller, they should be temporarily removed while the unit is manhandled into position.

11 Safety

Clause 11 of IEC 62271-1 is applicable.

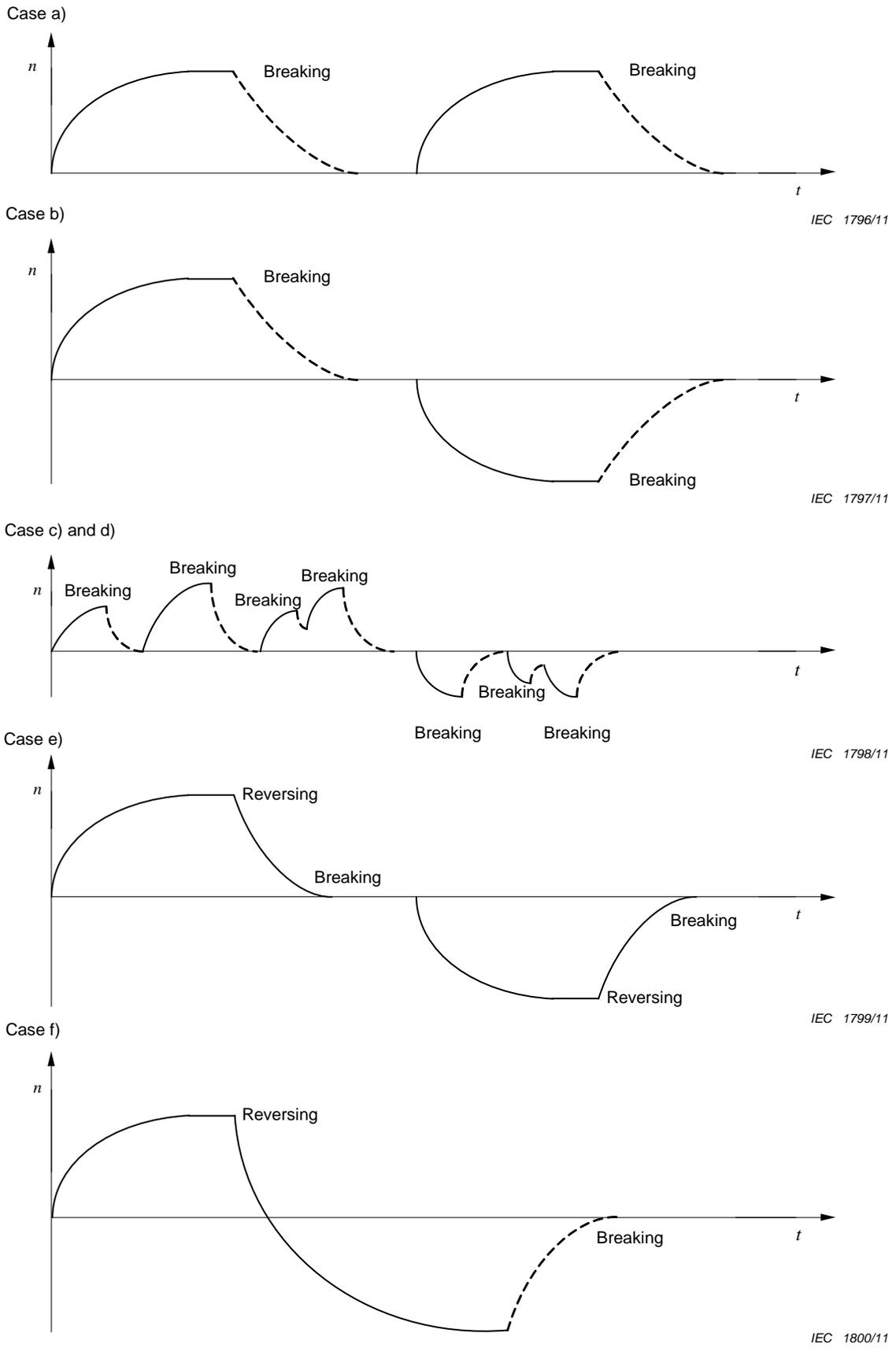
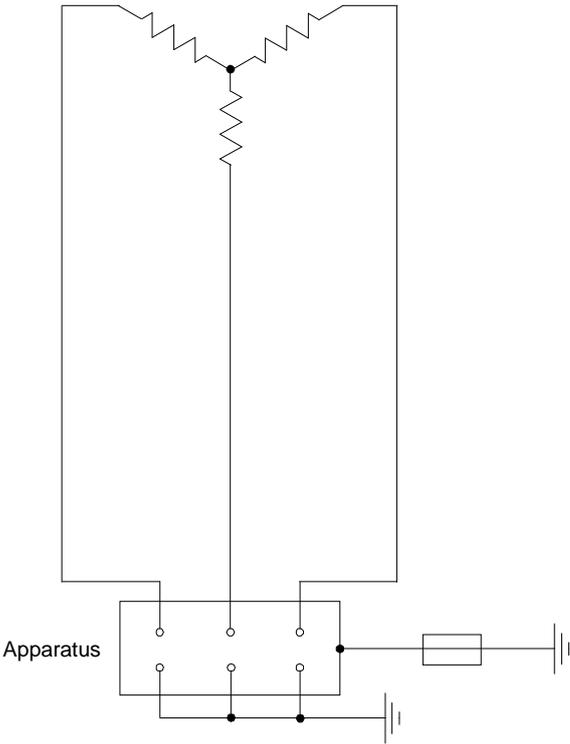
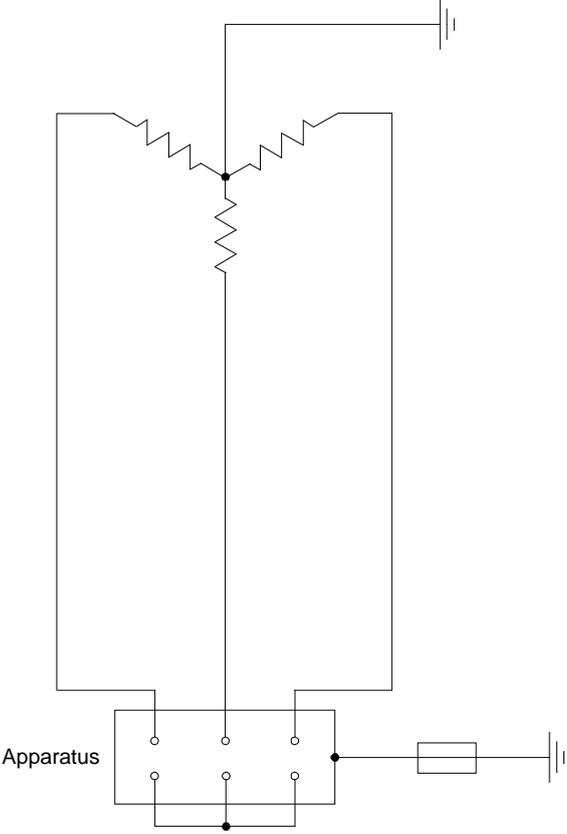


Figure 1 – Examples of speed/time curves



IEC 1801/11

Figure 2 – Test duties A and B – preferred earth point



IEC 1802/11

Figure 3 – Test duties A and B – alternative earth point

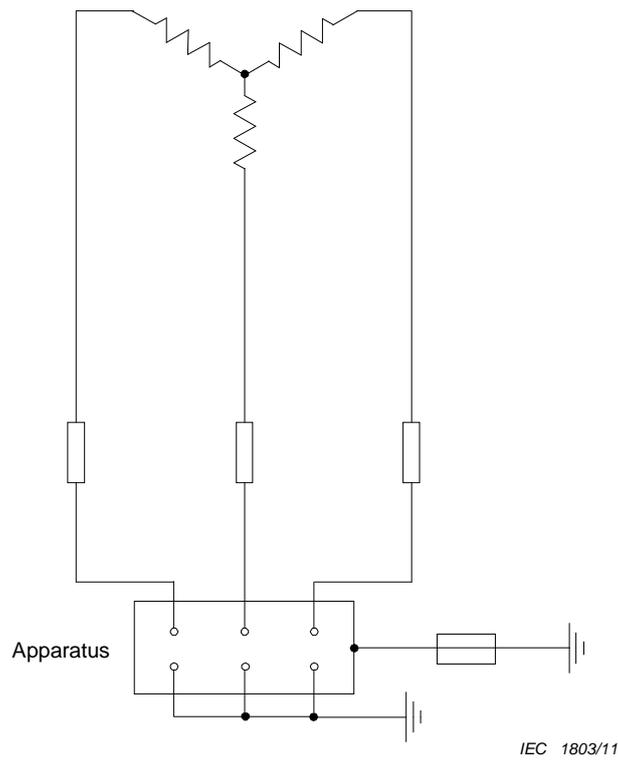


Figure 4 – Test duty C – preferred earth point

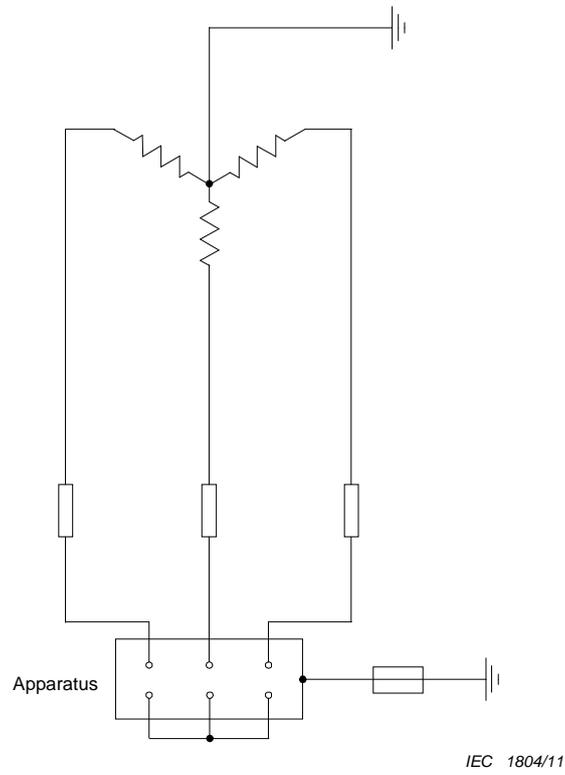
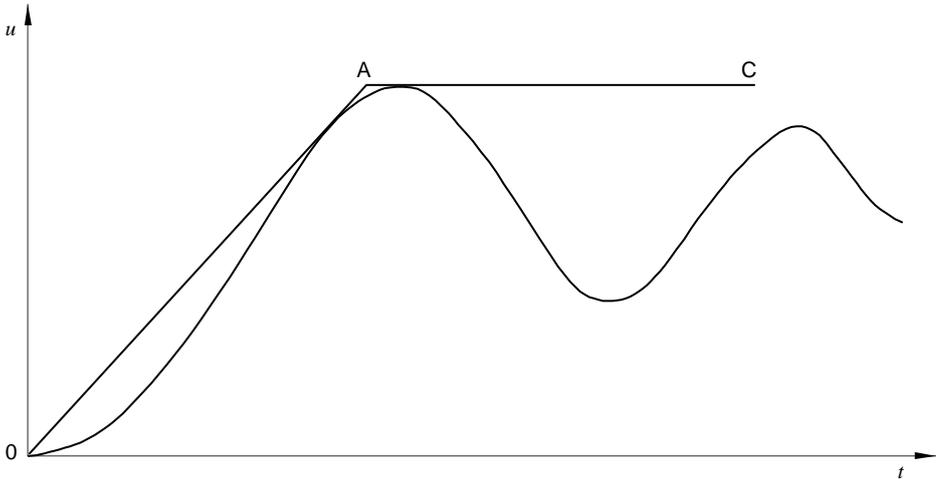
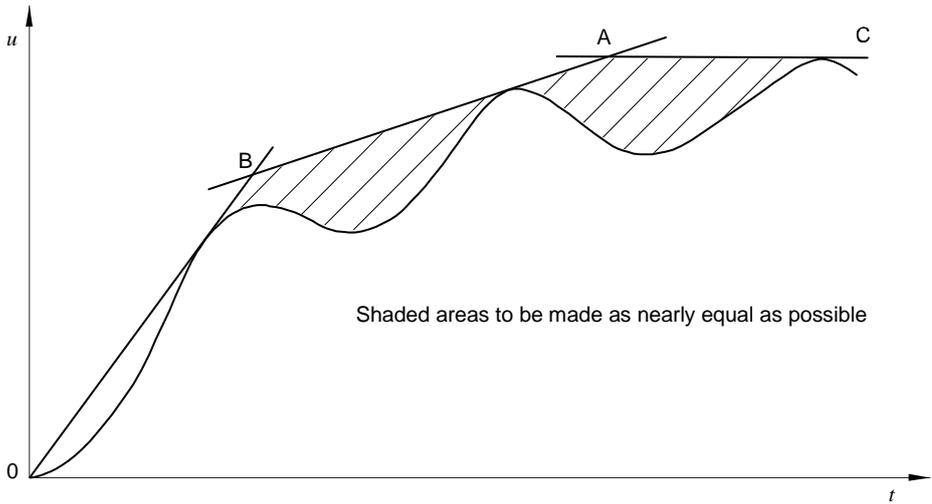


Figure 5 – Test duty C – alternative earth point



IEC 1805/11

Figure 6 – Representation by two parameters of a prospective TRV of a circuit



IEC 1806/11

Figure 7 – Representation of the specified TRV by a two-parameter reference line and a delay line

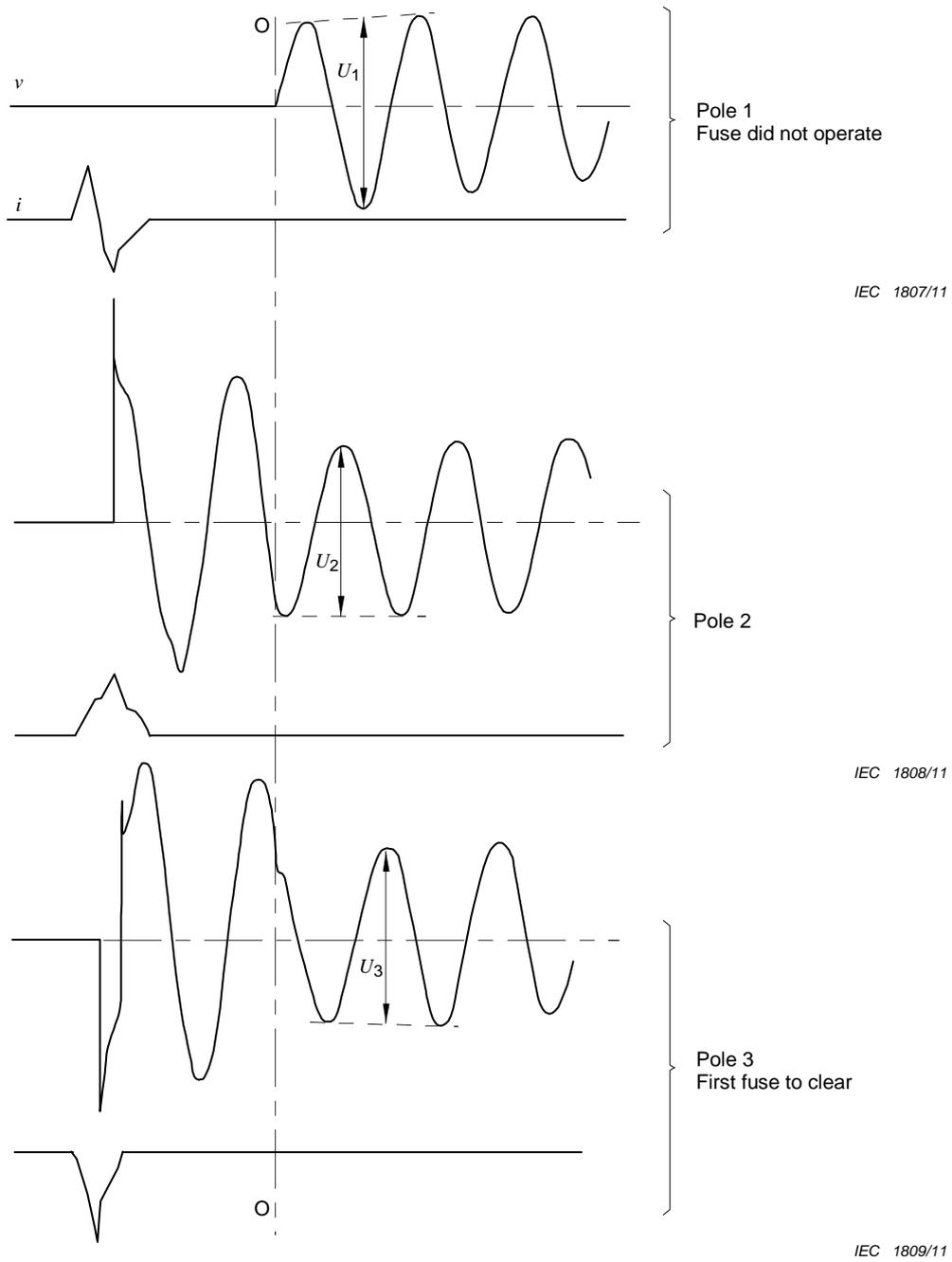
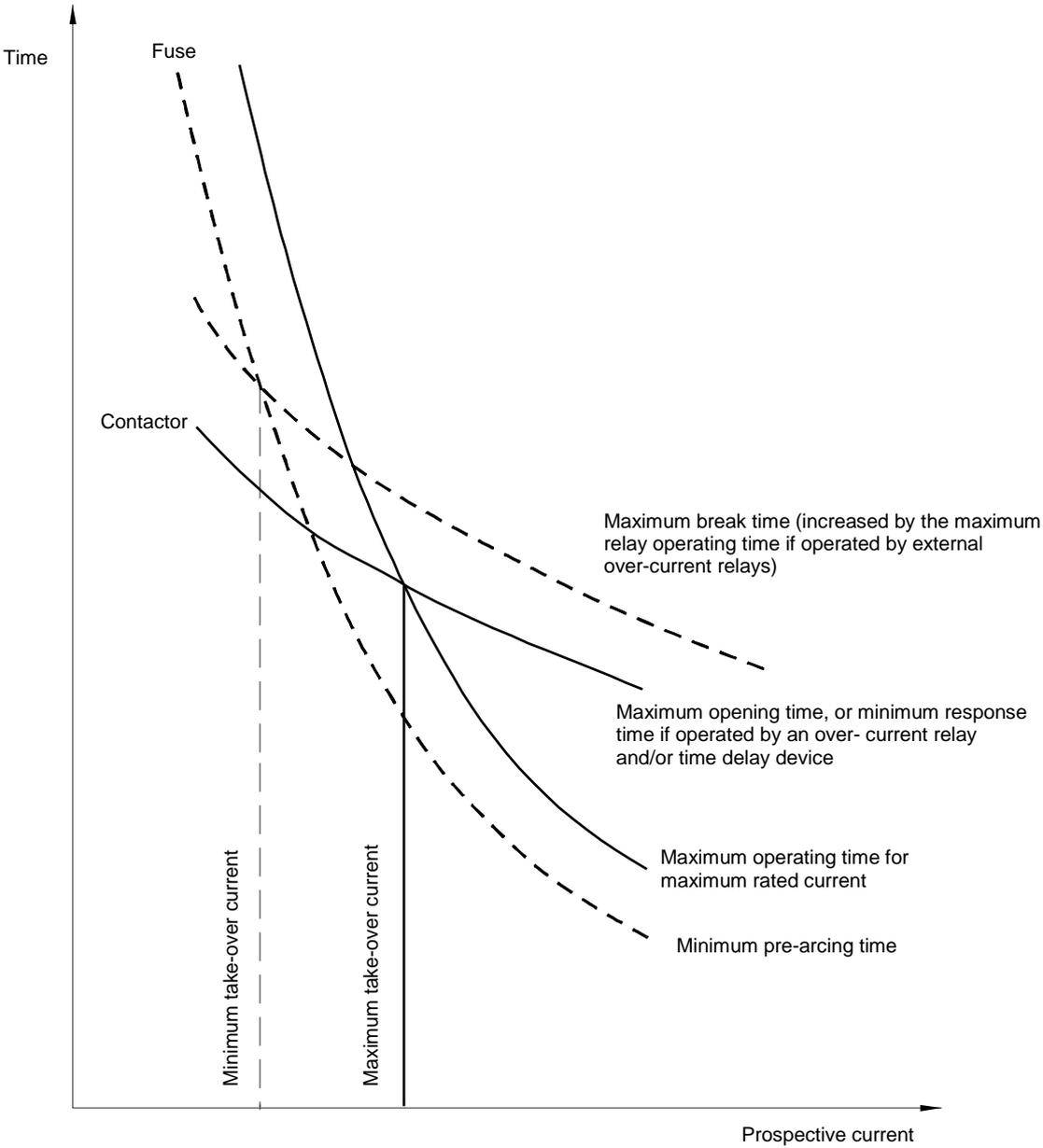


Figure 8 – Determination of power frequency recovery voltage



IEC 1810/11

Figure 9 – Characteristics for determining take-over current

Annex A (normative)

Records and reports of type tests for making, breaking and short-time current performance

A.1 Information and results to be recorded

All relevant information and results of making, breaking and short-time current tests shall be included in the type-test reports.

Except where otherwise specified, oscillographic or equivalent records in accordance with Clause A.2 shall be made of all operations. Representative copies shall be included in the type-test reports including any abnormal events such as restrikes. The uncertainty of each measurement by oscillograph or similar means, including associated equipment, of the quantities which determine the ratings (for example short-circuit current, applied voltage and recovery voltage) shall be within $\pm 5\%$.

Photographs should be taken to illustrate the condition of the contactor before and after a series of tests.

The type test reports shall include a statement of the performance of the contactor during each test duty and of the condition of the contactor after each test duty, insofar as an examination is made, and at the end of the series of test duties. The statement shall include the following particulars:

- a) condition of contactor giving details of any replacements or adjustments made and condition of contacts, arc control devices, gas (including any quantity lost), statement of any damage to arc shields, enclosures, insulators and bushings;
- b) description of performance during test duty, including observations regarding emission of gas or flame.

A.2 Information to be included in reports

A.2.1 General

- a) Date of tests
- b) Reference or report number
- c) Test numbers
- d) Oscillogram numbers

A.2.2 Apparatus tested

- a) Type or list number
- b) Description (by the manufacturer), including number of poles
- c) Manufacturer
- d) Photograph numbers
- e) Drawing numbers

A.2.3 Ratings assigned by manufacturer

- a) Rated voltage
- b) Rated operational current or rated operational power
- c) Rated frequency

- d) Breaking current:
 - 1) r.m.s. value of the a.c. component of current
 - 2) percentage d.c. component
- e) Minimum opening time
- f) Transient recovery voltage: peak value and rate of rise
- g) Making current (peak value)
- h) Short-time withstand current, and duration
- i) Rated duty
- j) Operating gas pressure range

A.2.4 Test conditions (for each series of tests)

- a) Number of poles
- b) Power factor
- c) Frequency
- d) Generator neutral (earthed or isolated)
- e) Transformer neutral (earthed or isolated)
- f) Short-circuit point or load-side neutral (earthed or isolated)
- g) Diagram of test circuit, including connection(s) to earth

A.2.5 Breaking and making tests

- a) Operating sequence and time intervals
- b) Applied voltage
- c) Making current (peak value)
- d) Breaking current:
 - 1) r.m.s. value of a.c. component for each phase and average
 - 2) percentage d.c. component
- e) Power frequency recovery voltage
- f) Prospective transient recovery voltage:
 - 1) compliance with requirement a) of 6.104.5.1 of IEC 62271-100:2008; voltage and time coordinates shall recorded
 - 2) compliance with requirement b) of 6.104.5.1 of IEC 62271-100:2008
- g) Arcing time
- h) Opening time
- i) Break time
Where applicable, break times up to the instant of extinction of the arc shall be given.
- j) Physical behaviour:
 - 1) emission of flame, gas, etc.
 - 2) behaviour, conditions and remarks

A.2.6 Short-time current test

- a) Current:
 - 1) r.m.s. value
 - 2) peak value
- b) Duration
- c) Physical behaviour

A.2.7 No-load operation

- a) Before making and breaking tests
- b) After making and breaking tests

A.2.8 Capacitive current switching tests

- a) Test voltage, in kV
- b) Breaking current in each phase, in A
- c) Making current in each phase, in kA
- d) Peak values of the voltage between phase and earth, in kV
 - 1) supply side of controller
 - 2) load side of controller
- e) Number of restrikes (if any); shall be noted;
- f) Details of point-on-wave setting, arcing time in ms
- g) Closing time, in ms
- h) Make time, in ms
- i) Opening time, in ms
- j) Behaviour of controller during tests
- k) Condition after tests

A.2.9 Oscillographic and other records

Oscillograms, or equivalent, shall record the whole of the operation. The following quantities shall be recorded. Certain of these quantities may be recorded separately from the oscillograms, and several oscillographs with different time scales may be necessary.

- a) Applied voltage
- b) Current in each pole
- c) Recovery voltage
- d) Current in closing coil
- e) Current in opening coil
- f) Suitable timing scale
- g) Travel of moving contacts (if practicable)

All cases in which the requirements of this standard are not strictly complied with, and all deviations, shall be explicitly mentioned at the beginning of the test report.

Annex B (normative) Tolerances

Table B.1 – Tolerances on test quantities for type test

Subclause	Designation of the tests	Test quantity	Specified test value	Test tolerances/ limits of the test values	Reference to	
6.2	Dielectric tests				IEC 62271-1 IEC 60060 series	
		Power frequency voltage tests	Test voltage (r.m.s. value)	Rated short duration power-frequency withstand voltage		± 1 %
	Lightning impulse voltage tests	Frequency		--	45 Hz to 65 Hz	
		Wave shape		Peak value / r.m.s. value = $\sqrt{2}$	± 5 %	
		Peak value		Rated lightning impulse withstand voltage	± 3 %	
6.4	Measurement of resistance of circuits	Front time	1,2 μ s		± 30 %	
		Time to half value	50 μ s		± 20 %	
		DC test current I_{DC}	--		50 A $\leq I_{DC} \leq$ rated normal current rated normal current if $I_r < 50$ A +10 %	IEC 62271-1
		Ambient air velocity	--		$\leq 0,5$ m/s	IEC 62271-1
6.5	Temperature rise tests	Test current frequency	Rated frequency		- 5 %, + 2 %	IEC 62271-1
		Test current	Rated normal current		0 %, + 2 %	IEC 62271-1

Subclause	Designation of the tests	Test quantity	Specified test value	Test tolerances/ limits of the test values	Reference to
6.6	Short-time withstand current and peak withstand current tests	Test frequency	Rated frequency	± 10 %	IEC 62271 -1
		Peak current (in one of the outer phase)	Rated peak withstand current	0 %, + 5 %	
		Average of a.c. component of three-phase test current	Rated short-time withstand current	± 5 %	
		AC component of test current in any phase/average	1 p.u.	± 10 %	IEC 62271-1
		Short-circuit current duration	Rated short-circuit duration	See tolerance for I^2t	IEC 62271-1
		Value of I^2t	Rated value I^2t	0 %, + 10 %	
		Average of a.c. component of making current (rms)	Making current I_m	0 %, + 5 %	
		AC component of making current in any phase/average	1 p.u.	± 10 %	
		Average of a.c. component of breaking current (rms)	Breaking current I_e	0 %, +5 %	
		AC component of breaking current in any phase/average	1 p.u.	± 10 %	
6.102	Verification of rated making and breaking capacity	Test frequency	Rated frequency	± 10 %	
		$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	± 0,05	
		DC component		< 20 %	
		Applied voltage	U_r	0 %, + 10 %	IEC 62271-100:2008
		Applied phase voltage / average (three-phase)	1 p.u.	± 5 %	
		Power frequency recovery voltage (RV)	--	± 5 %	
		RV of any pole at the end of the time / average	1 p.u.	± 20 %	
		Peak value of TRV	t_e	0 %, + 10 %	
		Rate of rise of TRV		0 %, + 15 %	
		Time delay t_d		± 20 %	
		Amplitude factor:	k_{af}	$1,4 \leq k_{af} \leq 1,6$	
		Frequency	f	0 %, + 20 %	

Subclause	Designation of the tests	Test quantity	Specified test value	Test tolerances/ limits of the test values	Reference to
6.103	Overload current withstand tests	Test frequency	f	$\pm 10\%$	IEC 62271-1
		Peak current (in one of the outer phase)	Rated peak withstand current	0 %, + 5 %	
		Average of a.c. component of three-phase test current	Rated short-time withstand current	$\pm 5\%$	
		AC component of test current in any phase/average	--	$\pm 10\%$	
		Short-circuit current duration	Rated short-circuit duration	See tolerance for I^2t	
		Value of I^2t	Rated value I^2t	0 %, + 10 %	
		Average of a.c. component of making current (rms)	Making current I_m	0 %, + 5 %	
		AC component of making current in any phase/average	1 p.u.	$\pm 10\%$	
		Peak short-circuit making current		0 %, + 5 %	
		Average of a.c. component of breaking current (rms)	Breaking current I_c	0 %, + 5 %	
6.104	Short-circuit making and breaking tests	AC component of breaking current in any phase/average	1 p.u.	$\pm 10\%$	
		Test frequency	Rated frequency	$\pm 10\%$	
		$\cos\phi$	$\cos\phi$	$\pm 0,05$	
		DC component		< 20 %	
		Applied voltage	--	0 %, + 10 %	
		Applied phase voltage / average (three-phase)	1 p.u.	$\pm 5\%$	
		Power frequency recovery voltage (RV)	--	$\pm 5\%$	
		RV of any pole at the end of the time / average	--	$\pm 20\%$	
		Peak value of TRV		0 %, + 10 %	
		Rate of rise of TRV		0 %, + 15 %	
	Time delay t_d		$\pm 20\%$		

Subclause	Designation of the tests	Test quantity	Specified test value	Test tolerances/ limits of the test values	Reference to
6.106	Verification of coordination with SCPDs	Prospective peak current	--	0 %, + 5 %	
		Average of a.c. component of prospective (rms)	--	0 %, + 5 %	
		AC component of prospective current any phase/average	1 p.u.	± 10 %	
		Test frequency	Rated frequency	± 10 %	
		Applied voltage	--	0 %, + 10 %	
		Applied phase voltage / average (three-phase)	1 p.u.,	± 5 %	
		Power frequency recovery voltage (RV)	--	± 5 %	
		RV of any pole at the end of the time / average	--	± 20 %	
		Peak value of TRV		0 %, + 10 %	
		Rate of rise of TRV		0 %, + 15 %	
		Time delay t_d		+ 20 %	
		$\cos \phi$	$\cos \phi$	± 0,05	
		Peak current / Let-thru current	1 p.u.	0 %, +5 %	
		6.106.3.4			

Subclause	Designation of the tests	Test quantity	Specified test value	Test tolerances/ limits of the test values	Reference to	
6.107	Electrical endurance tests	Average of a.c. component of making current (rms)	Making current I_m	0 %, +5 %		
		AC component of making current in any phase/average	1 p.u.	± 10 %		
		Average of a.c. component of breaking current (rms)	Breaking current I_c	0 %, + 5 %		
		AC component of breaking current in any phase/average	1 p.u.	± 10 %		
		Test frequency	Rated frequency	± 10 %		
		$\cos \phi$	$\cos \phi$	± 0,05		
		DC component	--	< 20 %		
		Applied voltage	--	0 %, + 10 %		
		Applied phase voltage / average (three-phase)	1 pu	± 5 %		
		Power frequency recovery voltage (RV)	--	± 5 %		
		RV of any pole at the end of the time / average	--	± 20 %		
			Voltage for the last five tests			

Subclause	Designation of the tests	Test quantity	Specified test value	Test tolerances/ limits of the test values	Reference to
6.109	Capacitive current switching tests	Power frequency voltage variation: – for BC1 – for BC2 Voltage decay of recovery voltage 300 ms after arc extinction R.m.s value / r.m.s. value of fundamental component Test voltage Frequency of the recovery voltage Breaking current / rated capacitive breaking current Damping factor of inrush current Back-to-back current switching: peak value of inrush making current Back-to-back current switching: frequency of inrush making current	-- As specified in 6.109.7 Rated frequency BC1 BC2 BC2 BC2	≤ 2 % ≤ 5 % ≤ 10 % ≤ 1,2 0 %, + 3 % ± 2 % 10 % to 40 % ≥ 100 % ≥ 0,75 ± 10 % As close as possible to the required value. Shall not be lower than 77 % of service condition and not be higher than 6 000 Hz.	IEC 62271-100: 2008

Annex C (informative)

List of symbols and abbreviations

Description	Symbol	Clause
Breaking current	I_c	6.102.1
Locked rotor current	I_{lr}	4.111
Locked rotor torque	T_{lr}	4.111
Making current	I_m	6.102.1
Power factor of circuit	$\cos\varphi$	6.102.1
Rated duration of short circuit	t_k	4.7
Rated frequency	f_r	4.3
Rated lightning impulse withstand voltage	U_p	Table 1
Rated normal current	I_r	4.4.1
Rated operational current	I_e	4.101
Rated peak withstand current	I_p	4.6
Rated rotor operational current	I_{er}	4.101.1
Rated rotor voltage	U_{ro}	4.1.101
Rated short-circuit breaking current	I_{ba}	4.107
Rated short-circuit making current	I_{ma}	4.107
Rated short-duration power-frequency withstand voltage	U_d	Table 1
Rated short-time withstand current	I_k	4.5
Rated starting voltage	U_{tap}	4.2.102
Rated supply frequency of closing and opening devices and of auxiliary circuits	f_a	4.9
Rated supply frequency of closing and opening devices		
Rated supply voltage of operating devices, and auxiliary and control circuits	U_a	4.8
Rated voltage	U_r	4.1
Recovery voltage	U_{rec}	6.107
Rotor thermal current	I_{thr}	4.4.101.2
Stator thermal current	I_{ths}	4.4.101.1
Thermal current	I_{th}	4.4.101
TRV amplitude factor	k_{af}	6.102.3
TRV peak value	u_c	6.106.3.3
TRV time coordinate	t_3	6.106.3.3

Bibliography

IEC 60034-11, *Rotating electrical machines – Part 11: Thermal protection*

IEC 60050-441:1984 *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-442:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 442: Electrical accessories*

IEC 60060 (all parts), *High-voltage test techniques*

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

IEC 60060-2, *High voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

IEC 60076-2, *Power transformers Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers*

IEC 60076-11:2004, *Power transformers – Part 11: Dry-type transformers*

IEC 60255-8, *Electrical relays – Part 8: Thermal electrical relays*

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

IEC 61230, *Live working – Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting*

IEC 61812-1, *Specified time relays for industrial use – Part 1: Requirements and tests*

IEC 62271-103, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV²*

IEC 62271-110:2009, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 110: Inductive load switching*

² To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	84
1 Généralités.....	87
2 Conditions normales et spéciales de service	89
3 Termes et définitions	89
4 Caractéristiques assignées.....	102
5 Conception et construction	116
6 Essais de type.....	120
7 Essais individuels de série	144
8 Guide pour le choix des contacteurs et des démarreurs de moteur selon le service	146
9 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes.....	150
10 Transport, stockage, installation, manœuvre et maintenance.....	151
11 Sécurité.....	151
Annexe A (normative) Enregistrements et rapports d'essais de type pour l'établissement, la coupure et la tenue au courant de courte durée	158
Annexe B (normative) Tolérances	161
Annexe C (informative) Liste des symboles et des abréviations	166
Bibliographie.....	167
Figure 1 – Exemples de courbes vitesse/temps.....	152
Figure 2 – Séquences d'essais A et B – mise à la terre recommandée.....	153
Figure 3 – Séquences d'essais A et B – variante de mise à la terre	153
Figure 4 – Séquence d'essais C – mise à la terre recommandée.....	154
Figure 5 – Séquence d'essais C – variante de mise à la terre	154
Figure 6 – Représentation par deux paramètres d'une TTR présumée d'un circuit	155
Figure 7 – Représentation de la TTR spécifiée par un tracé de référence à deux paramètres et un segment définissant le retard.....	155
Figure 8 – Détermination de la tension de rétablissement à fréquence industrielle	156
Figure 9 – Caractéristiques pour la détermination du courant d'intersection	157
Tableau 1 – Valeurs assignées et caractéristiques.....	103
Tableau 2 – Catégories d'emploi.....	110
Tableau 3 – Caractéristiques dépendant du type de démarreur.....	115
Tableau 4 – Essais de type applicables	122
Tableau 5 – Cycles de manœuvres en service intermittent.....	125
Tableau 6 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi à la tension assignée U_r	129
Tableau 7 – Relation entre le courant coupé I_C et la valeur du temps d'ARRÊT	133
Tableau 8 – Exigences concernant la tenue aux courants de surcharge.....	134
Tableau 9 – Caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement	140
Tableau 10 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions pour l'établissement et la coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi.....	142

Tableau B.1 – Tolérances sur les grandeurs d'essai pour les essais de type..... 161

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 106: Contacteurs, combinés de démarrage à contacteurs et démarreurs de moteurs, pour courant alternatif

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62271-106 a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

La présente norme annule et remplace la deuxième édition de la CEI 60470 parue en 1999. Elle constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques importantes suivantes par rapport à la CEI 60470:1999.

- 1.1 Domaine d'application et objet: La plage des tensions couverte par la Norme a été étendue de 12 kV à 24 kV. L'étalonnage et les essais des relais de surcharge ne sont pas couverts par la présente norme.
- 3 Définitions: Définitions supplémentaires pour les classes de commutation de condensateurs.

- 4.1 Tension assignée: Les valeurs normalisées de 15 kV, 17,5 kV et 24 kV ont été ajoutées.
- 4.109.2 Service de démarrage des démarreurs à tension réduite: Des caractéristiques assignées concernant les démarreurs à autotransformateur ou à réactance ont été ajoutées. Elles étaient traitées dans la partie relative aux essais.
- 4.112 Courants capacitifs de manœuvre assignés: Des caractéristiques assignées relatives aux courants de commutation des condensateurs ont été ajoutées.
- 5.101 Relais de protection: Les exigences concernant les relais de surcharge ont été retirées. Cette partie n'est plus d'actualité, puisqu'il n'y a plus guère de démarreurs à moyenne tension équipés de relais de surcharge et les relais électroniques ont leurs propres normes.
- 6.2.5 Application de la tension d'essai et conditions d'essai (ancien 6.2.2 b): Le libellé de l'exigence relative à l'impulsion entre l'espace ouvert des contacteurs sous vide a été modifié.
- 6.4.2 Circuits auxiliaires: L'exigence concernant les vérifications de résistance des circuits auxiliaires a été supprimée.
- 6.5.5.104 Échauffement de l'autotransformateur ou de la réactance pour les démarreurs à autotransformateur ou à réactance à deux étapes: Ce paragraphe a été reformulé pour transférer les caractéristiques assignées au paragraphe 4.109.2.
- 6.102.9 État après les essais de fermeture et de coupure: Des indications spécifiques sont données quant à la manière dont il convient de définir la tolérance lors de la vérification de résistance.
- 6.104 Essais d'établissement et de coupure de courants de court-circuit: Les conditions d'essai relatives aux essais de court-circuit ont été explicitées.
- 6.109 Essais d'établissement et de coupure de courants capacitifs: Les essais d'établissement et de coupure des courants capacitifs ont été ajoutés.
- Annexe B: Le Tableau B.1 – Tolérances sur les grandeurs d'essai pour les essais de type – a été ajouté.

La présente norme est à lire conjointement avec la CEI 62271-1:2007, à laquelle elle fait référence et qui est applicable, sauf indication contraire dans la présente norme. Afin de simplifier l'indication des exigences correspondantes, elle emploie la même numérotation d'articles et de paragraphes que celle utilisée dans la CEI 62271-1. Les amendements apportés aux articles et paragraphes sont indiqués sous les mêmes références, tandis que les paragraphes ajoutés sont numérotés à partir de 101.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17A/971/FDIS	17A/976/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série des normes CEI 62271, publiées sous le titre général: *Appareillage à haute tension*, est disponible sur le site web de la CEI.

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 la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 106: Contacteurs, combinés de démarrage à contacteurs et démarreurs de moteurs, pour courant alternatif

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 62271 est applicable aux contacteurs à courant alternatif et/ou aux combinés de démarrage et démarreurs de moteurs à base de contacteurs conçus pour des installations intérieures et pour fonctionner à des fréquences inférieures ou égales à 60 Hz, dans des systèmes de tensions supérieures à 1 000 V mais n'excédant pas 24 000 V.

Elle ne s'applique qu'aux dispositifs tripolaires, utilisés dans des systèmes triphasés, et aux dispositifs unipolaires, utilisés dans des systèmes monophasés. Les contacteurs et les démarreurs bipolaires peuvent être utilisés dans des systèmes monophasés, après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Les contacteurs et/ou les démarreurs traités dans la présente norme n'ont généralement pas la capacité adéquate de coupure en court-circuit. Dans ce contexte, la présente norme donne des exigences concernant:

- les démarreurs de moteurs associés à des dispositifs distincts de protection contre les courts-circuits;
- les combinés de démarrage – contacteurs combinés avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC).

Les contacteurs prévus pour la fermeture et l'ouverture des circuits électriques et, s'ils sont combinés avec des relais convenables, prévus pour protéger ces circuits contre les surcharges, sont couverts par la présente norme.

La présente norme s'applique aussi aux dispositifs de manœuvre des contacteurs et à leurs équipements auxiliaires.

Les démarreurs de moteurs prévus pour démarrer et accélérer les moteurs jusqu'à leur vitesse normale, assurer leur fonctionnement continu, couper leur alimentation et leur fournir, ainsi qu'à leurs circuits associés, des moyens de protection contre les surcharges en fonctionnement sont couverts par la présente norme.

Les types de démarreurs de moteurs concernés sont:

- les démarreurs directs;
- les démarreurs inverseurs;
- les démarreurs à deux sens de marche;
- les démarreurs à kVA (tension) réduits;
 - les démarreurs à autotransformateur;
 - les démarreurs à résistances;
 - les démarreurs à réactance.

La présente norme ne s'applique pas:

- aux démarreurs de moteurs à base de disjoncteurs;

- à la manœuvre d'un seul pôle des contacteurs multipolaires ou des démarreurs multipolaires;
- aux démarreurs à autotransformateur à deux étapes conçus pour un fonctionnement continu en position de démarrage;
- aux démarreurs rotoriques à résistances non équilibrés, c'est-à-dire aux démarreurs dont les résistances n'ont pas la même valeur dans toutes les phases;
- aux matériels conçus non seulement pour le démarrage, mais aussi pour le réglage de la vitesse;
- aux démarreurs à résistances liquides et à ceux de type "liquide-vapeur";
- aux contacteurs et aux démarreurs à semi-conducteurs utilisant des contacteurs à semi-conducteurs dans leur circuit principal;
- aux démarreurs statoriques à résistances;
- aux contacteurs ou aux démarreurs conçus pour des applications spéciales.

La présente norme ne traite pas des composants incorporés dans les contacteurs et dans les démarreurs de moteurs à contacteurs, pour lesquels des spécifications individuelles existent.

NOTE 1 Les relais électrothermiques sont couverts par la CEI 60255-8.

NOTE 2 Les fusibles limiteurs de courant à haute tension sont couverts par la CEI 60282-1 et par la CEI 60644.

NOTE 3 Les appareillages sous enveloppe métallique de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV sont couverts par la CEI 62271-200.

NOTE 4 Les sectionneurs et les sectionneurs de terre sont couverts par la CEI 62271-102.

NOTE 5 Les interrupteurs à haute tension de tensions supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV sont couverts par la CEI 62271-103¹.

La présente norme a pour objet d'indiquer:

- a) les caractéristiques des contacteurs et des démarreurs ainsi que des matériels associés;
- b) les conditions auxquelles doivent satisfaire les contacteurs ou les démarreurs, en ce qui concerne:
 - 1) leur fonctionnement et leur tenue,
 - 2) leurs qualités diélectriques,
 - 3) les degrés de protection procurés par leurs enveloppes, le cas échéant,
 - 4) leur construction,
 - 5) pour les combinés de démarrage, les interactions entre les différents composants, par exemple la coordination des DPCC;
- c) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont remplies, ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais;
- d) les renseignements à fournir avec les équipements ou dans la documentation du constructeur.

¹ À publier.

1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60282-1, *Fusibles à haute tension – Partie 1: Fusibles limiteurs de courant*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (disponible en anglais seulement)²

CEI 60644, *Spécification relative aux éléments de remplacement à haute tension destinés à des circuits comprenant des moteurs*

CEI 62271-1:2007, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*

CEI 62271-100:2008, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

CEI 62271-102, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

CEI 62271-200:2003, *Appareillage à haute tension – Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

2 Conditions normales et spéciales de service

2.1 Conditions normales de service

Le paragraphe 2.1 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant:

Pour les installations extérieures, se reporter à 8.102.6.

2.2 Conditions spéciales de service

Le paragraphe 2.2 de la CEI 62271-1 est applicable avec l'exception suivante:

2.2.1 Altitude

Le paragraphe 2.2.1 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant:

NOTE Aux altitudes supérieures à 1 000 m, il est souvent nécessaire de procéder à des réglages. Voir 8.102.7.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés à l'Article 3 de la CEI 62271-1 s'appliquent, ainsi que les suivants.

² Voir CEI 60417-DB-12M, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*.

3.1 Termes généraux et définitions

3.1.101

appareillage de commande

terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les supports correspondants, destinés en principe à la commande des appareils utilisateurs d'énergie électrique

[CEI 60050-441:1984, 441-11-03]

3.1.102

surintensité

courant supérieur au courant assigné

[CEI 60050-441:1984, 441-11-06]

3.1.103

courant de court-circuit

surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique

[CEI 60050-441:1984, 441-11-07]

3.1.104

surcharge

conditions de fonctionnement d'un circuit électriquement sain, qui provoquent une surintensité

[CEI 60050-441:1984, 441-11-08]

3.1.105

partie conductrice

partie capable de conduire du courant, bien qu'elle ne soit pas nécessairement utilisée pour conduire du courant en service normal

[CEI 60050-441:1984, 441-11-09]

3.1.106

température de l'air ambiant

température déterminée dans des conditions prescrites de l'air qui entoure la totalité de l'appareil de connexion ou du fusible

NOTE Pour des appareils de connexion ou des fusibles installés à l'intérieur d'une enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe.

[CEI 60050-441:1984, 441-11-13]

3.2 Ensembles d'appareillage

Le paragraphe 3.2 de la CEI 62271-1 est applicable.

3.3 Parties d'ensembles

Le paragraphe 3.3 de la CEI 62271-1 est applicable.

3.4 Appareils de connexion

3.4.101

appareil de connexion

appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques

[CEI 60050-441:1984, 441-14-01]

3.4.102

appareil mécanique de connexion

appareil de connexion (tel qu'un contacteur ou un sectionneur) destiné à fermer et à ouvrir un ou plusieurs circuits électriques au moyen de contacts séparables

[CEI 60050-441:1984, 441-14-02, modifiée]

3.4.103

sectionneur

appareil mécanique de connexion qui assure, en position d'ouverture, une distance de sectionnement satisfaisant à des exigences spécifiées

NOTE 1 Un sectionneur est capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsqu'un courant d'intensité négligeable est interrompu ou établi, ou bien lorsqu'il ne se produit aucun changement notable de la tension aux bornes de chacun des pôles du sectionneur. Il est aussi capable de supporter des courants dans les conditions normales du circuit et de supporter des courants pendant une durée spécifiée dans des conditions anormales telles que celles du court-circuit.

NOTE 2 Un ensemble contacteur débouchable peut être utilisé comme sectionneur.

NOTE 3 En Amérique du Nord, ce dispositif est aussi nommé "Isolating means" ou "Isolating switch".

[CEI 60050-441:1984, 441-14-05, modifiée]

3.4.104

sectionneur de terre

appareil mécanique de connexion utilisé pour mettre à la terre des parties d'un circuit, capable de supporter pendant une durée spécifiée des courants dans des conditions anormales telles que celles du court-circuit, mais non prévu pour supporter du courant dans les conditions normales du circuit

NOTE Un sectionneur de terre peut avoir un pouvoir de fermeture en court-circuit.

[CEI 60050-441:1984, 441-14-11]

3.4.105

contacteur (mécanique)

appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos, commandé autrement qu'à la main, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service

NOTE Les contacteurs peuvent être désignés suivant la façon dont est fourni l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux.

[CEI 60050-441:1984, 441-14-33]

3.4.106

contacteur électromagnétique

contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture ou à l'ouverture des contacts principaux est fourni par un électro-aimant

3.4.107

contacteur sous vide

contacteur dans lequel les contacts principaux s'ouvrent et se ferment au sein d'une enveloppe sous vide poussé

3.4.108

contacteur à SF₆

contacteur dans lequel les contacts principaux s'ouvrent et se ferment au sein d'un compartiment rempli de gaz SF₆

3.4.109

contacteur à accrochage

contacteur muni d'un dispositif d'accrochage empêchant ses éléments mobiles de retourner à leur position de repos quand on cesse d'actionner le dispositif de commande

NOTE L'accrochage et le déclencheur d'accrochage peuvent être mécaniques, électromagnétiques, pneumatiques, etc.

[CEI 60050-441:1984, 441-14-34, modifiée]

3.4.110

démarrreur

combinaison de tous les moyens de mise sous et hors tension nécessaires pour provoquer le démarrage et l'arrêt d'un moteur, tout en assurant une protection appropriée contre les surcharges

[CEI 60050-441:1984, 441-14-38, modifiée]

3.4.110.1

démarrreur direct

démarrreur qui applique la tension d'alimentation sur les bornes du moteur en une seule manœuvre

[CEI 60050-441:1984, 441-14-40]

3.4.110.2

démarrreur inverseur

démarrreur destiné à inverser le sens de rotation du moteur par inversion de ses connexions primaires, alors que le moteur peut être en marche

3.4.110.3

démarrreur à deux sens de marche

démarrreur destiné à inverser le sens de rotation du moteur par inversion de ses connexions primaires seulement lorsque le moteur est à l'arrêt

3.4.110.4

démarrreur à kVA (tension) réduits

démarrreur réduisant la puissance du moteur au démarrage

NOTE Les démarrreurs à kVA réduits peuvent être à autotransformateur, à réactance ou à résistances.

3.4.110.5

démarrreur à autotransformateur

démarrreur utilisant pour le démarrage une ou plusieurs tensions réduites provenant d'un autotransformateur

3.4.110.6

démarrreur à résistances

démarrreur utilisant une ou plusieurs résistances pour obtenir, au cours du démarrage, des caractéristiques données de couple de démarrage et pour limiter le courant

NOTE Un démarrreur à résistances est généralement constitué de trois parties de base, fournies soit sous forme d'un appareil composite, soit séparément pour raccordement sur le lieu d'utilisation:

- les appareils mécaniques de connexion pour alimentation du stator (généralement associés à un dispositif de protection contre les surcharges);
- la ou les résistances insérées dans le circuit du rotor;
- les appareils mécaniques de connexion destinés à couper successivement la ou les résistances.

[CEI 60050-441:1984, 441-14-42, modifiée]

3.4.110.7**démarreur rotorique à résistances**

démarreur à résistances pour moteur asynchrone à rotor bobiné qui, pendant la période de démarrage, élimine successivement une ou plusieurs résistances préalablement insérées dans le circuit du rotor

[CEI 60050-441:1984, 441-14-43]

3.4.110.8**démarreur à réactance**

"primary reactor starter" (en Amérique du Nord)

démarreur comprenant une réactance en série avec l'enroulement du stator d'un moteur à courant alternatif pour fournir la tension réduite nécessaire au démarrage

3.4.110.9**démarreur électromagnétique**

démarreur dans lequel la force de fermeture des contacts principaux est fournie par un électro-aimant

3.4.110.10**démarreur à n étapes**

démarreur dans lequel il y a $(n - 1)$ positions intermédiaires d'accélération entre la position arrêt et la position marche

NOTE 1 Un démarreur sans position intermédiaire d'accélération entre les positions MARCHE et ARRÊT est un démarreur à étape unique ou démarreur direct (voir 3.4.110.1).

NOTE 2 Un démarreur ne comportant qu'une seule position intermédiaire d'accélération entre les positions MARCHE et ARRÊT est appelé démarreur à deux étapes.

NOTE 3 Un démarreur à résistances à trois étapes possède deux sections de résistances utilisées au démarrage.

[CEI 60050-441:1984, 441-14-41, modifiée]

3.4.111**combiné de démarrage****démarreur combiné**

équipement comprenant un contacteur, une protection contre les surcharges, un sectionneur manuel actionné de l'extérieur et un dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC), monté et câblé dans une enceinte dédiée

NOTE 1 Une enceinte dédiée est une enceinte spécialement conçue et dimensionnée pour son application, dans laquelle tous les essais sont effectués, et qui peut également comporter une fonction de mise à la terre.

NOTE 2 Un combiné de démarrage peut être utilisé pour d'autres fonctions que le démarrage d'un moteur, par exemple, pour le contrôle et la protection d'un transformateur.

3.4.111.1**combiné de démarrage de transformateur**

combinaison de tous les moyens nécessaires pour mettre sous tension et hors tension un transformateur, tout en assurant une protection appropriée contre les surcharges

3.4.111.2**combiné de démarrage de condensateur**

combinaison de tous les moyens nécessaires pour mettre sous tension et hors tension un condensateur ou une batterie de condensateurs, tout en assurant une protection appropriée contre les surcharges

3.4.112

dispositif de protection contre les courts-circuits

DPCC

dispositif destiné à protéger un circuit ou des parties d'un circuit contre les courants de court-circuit en les interrompant

NOTE Généralement, cette fonction est apportée par des fusibles.

3.4.113

contacteur de classe C1

contacteur, avec une faible probabilité de réamorçage pendant la coupure du courant capacitif, comme démontré par les essais de type (voir 4.112)

3.4.114

contacteur de classe C2

contacteur, avec une très faible probabilité de réamorçage pendant la coupure du courant capacitif, comme démontré par les essais de type (voir 4.112)

3.5 Parties de contacteurs et de démarreurs de moteur

3.5.101

pôle d'un appareil de connexion

élément constituant d'un appareil de connexion associé exclusivement à un chemin conducteur électriquement séparé appartenant à son circuit principal, cet élément ne comprenant pas les éléments constituant assurant la fixation et le fonctionnement d'ensemble de tous les pôles

NOTE Un appareil de connexion est appelé unipolaire s'il n'a qu'un pôle. S'il a plus d'un pôle, il peut être appelé multipolaire (bipolaire, tripolaire, etc.) à condition que les pôles soient ou puissent être liés entre eux de façon qu'ils fonctionnent ensemble.

[CEI 60050-441:1984, 441-15-01]

3.5.102

circuit principal (d'un appareil de connexion)

ensemble de pièces conductrices d'un appareil de connexion insérées dans le circuit qu'il a pour fonction de fermer ou d'ouvrir

[CEI 60050-441:1984, 441-15-02]

3.5.103

circuit de commande (d'un appareil de connexion)

ensemble de pièces conductrices d'un appareil de connexion, autres que celles du circuit principal, insérées dans un circuit utilisé pour commander la manœuvre de fermeture ou la manœuvre d'ouverture ou les deux manœuvres de l'appareil

[CEI 60050-441:1984, 441-15-03]

3.5.104

circuit auxiliaire (d'un appareil de connexion)

ensemble de pièces conductrices d'un appareil de connexion destinées à être insérées dans un circuit autre que le circuit principal et les circuits de commande de l'appareil

NOTE Certains circuits auxiliaires remplissent des fonctions supplémentaires telles que la signalisation, le verrouillage, etc., et, à ce titre, ils peuvent faire partie du circuit de commande d'un autre appareil de connexion.

[CEI 60050-441:1984, 441-15-04]

3.5.105

contact principal

contact inséré dans le circuit principal d'un appareil mécanique de connexion, prévu pour supporter, dans la position de fermeture, le courant du circuit principal

[CEI 60050-441:1984, 441-15-07]

3.5.106

contact de commande

contact inséré dans un circuit de commande d'un appareil mécanique de connexion et manœuvré mécaniquement par cet appareil

[CEI 60050-441:1984, 441-15-09]

3.5.107

contact auxiliaire

contact inséré dans un circuit auxiliaire et manœuvré mécaniquement par l'appareil de connexion

[CEI 60050-441:1984, 441-15-10]

3.5.108

contact "a"

contact à fermeture

contact de commande ou auxiliaire qui est fermé lorsque les contacts principaux de l'appareil mécanique de connexion sont fermés et qui est ouvert lorsque ces contacts sont ouverts

[CEI 60050-441:1984, 441-15-12]

3.5.109

contact "b"

contact à ouverture

contact de commande ou auxiliaire qui est ouvert lorsque les contacts principaux de l'appareil mécanique de connexion sont fermés et qui est fermé lorsque ces contacts sont ouverts

[CEI 60050-441:1984, 441-15-13]

3.6 Fonctionnement

3.6.101

manœuvre (d'un appareil mécanique de connexion)

passage d'un ou de plusieurs contacts mobiles d'une position à une position adjacente

NOTE 1 Par exemple, pour un disjoncteur, ce pourra être une manœuvre de fermeture ou une manœuvre d'ouverture.

NOTE 2 Si une distinction est nécessaire, on emploiera les mots manœuvre électrique (par exemple: établissement ou coupure) et manœuvre mécanique (par exemple: fermeture ou ouverture).

[CEI 60050-441:1984, 441-16-01]

3.6.102

cycle de manœuvres (d'un appareil mécanique de connexion)

suite de manœuvres d'une position à une autre avec retour à la première position en passant par toutes les autres positions, s'il en existe

NOTE 1 Il peut s'agir d'une opération de fermeture suivie d'une opération d'ouverture.

NOTE 2 Une succession d'opérations ne constituant pas un cycle de manœuvres s'appelle une série d'opérations.

[CEI 60050-441:1984, 441-16-02, modifiée]

3.6.103

manœuvre de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre par laquelle on fait passer l'appareil de la position d'ouverture à la position de fermeture

[CEI 60050-441:1984, 441-16-08]

3.6.104

manœuvre d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre par laquelle on fait passer l'appareil de la position de fermeture à la position d'ouverture

[CEI 60050-441:1984, 441-16-09]

3.6.105

position de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion)

position dans laquelle la continuité prédéterminée du circuit principal de l'appareil est assurée

[CEI 60050-441:1984, 441-16-22]

3.6.106

position d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)

position dans laquelle la distance prédéterminée d'isolement entre contacts ouverts est assurée dans le circuit principal de l'appareil

[CEI 60050-441:1984, 441-16-23]

3.6.107

position de repos (d'un contacteur)

position que prennent les organes mobiles du contacteur quand son électro-aimant ou son dispositif à air comprimé n'est pas alimenté

[CEI 60050-441:1984, 441-16-24]

3.6.108

relais ou déclencheur de surcharge

relais ou déclencheur de surintensité destiné à la protection contre les surcharges (y compris, le cas échéant, par action sur le ou les transformateurs et les interconnexions)

3.6.109

relais ou déclencheur de surcharge thermique

relais ou déclencheur de surcharge à temps inverse dont le fonctionnement (y compris la temporisation) dépend de l'effet thermique du courant qui y circule

3.6.110

réglage d'intensité d'un relais ou d'un déclencheur de surcharge

valeur d'intensité à laquelle le relais ou le déclencheur est réglé et d'après laquelle ses conditions de fonctionnement sont définies

3.6.111

plage de réglages d'intensité d'un relais ou d'un déclencheur de surcharge

plage entre les valeurs minimale et maximale dans laquelle peut être fixé le réglage d'intensité du relais ou du déclencheur

3.6.112

relais ou déclencheur de surcharge sensible aux défauts de phase

relais ou déclencheur de surcharge multipolaire fonctionnant, selon des exigences spécifiées, à une valeur d'intensité inférieure à son réglage d'intensité en cas de déséquilibre des courants

3.6.113

relais ou déclencheur à minimum de courant (à minimum de tension)

relais ou déclencheur de mesure fonctionnant automatiquement lorsque le courant qui le traverse (ou la tension qui lui est appliquée) diminue d'une valeur prédéterminée

3.6.114**temps de démarrage** (d'un démarreur à résistances)

temps pendant lequel les résistances de démarrage ou des parties de ces résistances sont parcourues par du courant

NOTE Le temps de démarrage d'un démarreur est plus court que le temps de démarrage total du moteur, qui inclut la dernière période d'accélération suivant l'opération de commutation en position MARCHE.

3.6.115**temps de démarrage** (d'un démarreur à autotransformateur)

temps pendant lequel l'autotransformateur est parcouru par du courant

NOTE Le temps de démarrage d'un démarreur est plus court que le temps de démarrage total du moteur, qui inclut la dernière période d'accélération suivant l'opération de commutation en position MARCHE.

3.6.116**transition ouverte** (avec un démarreur à autotransformateur)

agencement des circuits provoquant une coupure puis un rétablissement du courant dans le moteur lors du passage d'une étape à une autre

NOTE La transition n'est pas considérée comme une étape supplémentaire.

3.6.117**transition fermée** (avec un démarreur à autotransformateur)

agencement des circuits tel que l'alimentation du moteur n'est pas interrompue (même momentanément) lors du passage d'une étape à une autre

NOTE La transition n'est pas considérée comme une étape supplémentaire.

3.6.118**marche par à-coups****marche pas à pas**

mise sous tension répétitive d'un moteur ou d'un solénoïde pendant de courtes périodes pour obtenir de petits mouvements du mécanisme entraîné

3.6.119**inversion de marche**

arrêt rapide d'un moteur ou inversion rapide de son sens de marche par inversion des raccordements primaires pendant que le moteur est en marche

3.7 Grandeurs caractéristiques**3.7.101****courant coupé** (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

courant dans un pôle d'un appareil de connexion ou dans un fusible évalué à l'instant de l'amorçage de l'arc au cours d'une coupure

[CEI 60050-441:1984, 441-17-07]

3.7.102**pouvoir de coupure** (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

une valeur de courant présumé qu'un appareil de connexion ou un fusible est capable d'interrompre sous une tension fixée dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

NOTE 1 La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans les publications particulières.

NOTE 2 Pour les appareils de connexion, le pouvoir de coupure peut être dénommé suivant le type de courant intervenant dans les conditions prescrites, par exemple: pouvoir de coupure de lignes à vide, pouvoir de coupure de câbles à vide, pouvoir de coupure d'une batterie de condensateurs unique, etc.

[CEI 60050-441:1984, 441-17-08]

3.7.103

pouvoir de fermeture (d'un appareil de connexion)

une valeur du courant présumé établi qu'un appareil de connexion est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

NOTE La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans les spécifications individuelles.

[CEI 60050-441:1984, 441-17-09]

3.7.104

courant de courte durée admissible

courant qu'un circuit ou un appareil de connexion dans la position de fermeture peut supporter pendant un court intervalle de temps spécifié et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[CEI 60050-441:1984, 441-17-17]

3.7.105

tension de rétablissement

tension qui apparaît entre les bornes d'un appareil de connexion ou d'un fusible après l'interruption du courant

NOTE Cette tension peut être considérée durant deux intervalles de temps consécutifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel la tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en régime établi existe seule.

[CEI 60050-441:1984, 441-17-25]

3.7.106

tension transitoire de rétablissement

TTR

tension de rétablissement pendant le temps où elle présente un caractère transitoire appréciable

NOTE 1 La tension transitoire de rétablissement peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit et de l'appareil de connexion. Elle tient compte de la variation du potentiel du point neutre du circuit polyphasé.

NOTE 2 Sauf spécification contraire, la tension transitoire de rétablissement pour les circuits triphasés est la tension aux bornes du premier pôle qui coupe, car cette tension est généralement plus élevée que celle qui apparaît aux bornes de chacun des deux autres pôles.

[CEI 60050-441:1984, 441-17-26]

3.7.107

tension transitoire de rétablissement présumée (d'un circuit)

tension transitoire de rétablissement qui suit la coupure du courant présumé symétrique par un appareil de connexion idéal

NOTE La définition implique que l'appareil de connexion ou le fusible, pour lequel la tension transitoire de rétablissement est recherchée, est remplacé par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire dont l'impédance passe instantanément de la valeur zéro à la valeur infinie à l'instant du zéro de courant, c'est-à-dire au zéro "naturel". Pour des circuits ayant plusieurs voies, par exemple un circuit polyphasé, on suppose en outre que la coupure du courant par l'appareil de connexion idéal n'a lieu que sur le pôle considéré.

[CEI 60050-441:1984, 441-17-29]

3.7.108

tension de rétablissement à fréquence industrielle

tension de rétablissement après la disparition des phénomènes transitoires de tension

[CEI 60050-441:1984, 441-17-27]

3.7.109

courant présumé (d'un circuit et du point de vue d'un combiné de démarrage qu'il contient) courant qui circulerait dans le circuit, si chaque pôle du combiné de démarrage était remplacé par un conducteur d'impédance négligeable

[CEI 60050-441:1984, 441-17-01, modifiée]

3.7.110**valeur de crête du courant présumé**

valeur de crête d'un courant présumé pendant la période transitoire qui suit son établissement

NOTE La définition implique que le courant est établi par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire passant instantanément d'une impédance infinie à une impédance nulle. Pour un circuit ayant plusieurs voies, par exemple un circuit polyphasé, il est entendu en outre que le courant est établi simultanément dans tous les pôles, même si on ne considère que le courant dans un seul pôle.

[CEI 60050-441:1984, 441-17-02]

3.7.111**valeur maximale de crête du courant présumé** (d'un circuit à courant alternatif)

valeur de crête du courant présumé quand l'établissement du courant a lieu à l'instant qui conduit à la plus grande valeur possible

NOTE Pour un appareil multipolaire dans un circuit polyphasé, la valeur maximale de crête du courant présumé ne se rapporte qu'à un seul pôle.

[CEI 60050-441:1984, 441-17-04]

3.7.112**courant coupé présumé** (pour un pôle d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

courant présumé évalué à l'instant correspondant au début du phénomène de coupure

NOTE Des spécifications concernant l'instant du début du phénomène de coupure sont données dans les publications particulières. Pour les appareils mécaniques de connexion ou les fusibles, cet instant est habituellement choisi comme l'instant du début d'un arc au cours d'une coupure.

[CEI 60050-441:1984, 441-17-06]

3.7.113**courant minimal de coupure**

valeur minimale de courant présumé qu'un élément de remplacement peut couper sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[CEI 60050-441:1984, 441-18-29]

3.7.114**courant coupé limité**

valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la coupure effectuée par un appareil de connexion ou un fusible

[CEI 60050-441:1984, 441-17-12]

NOTE Cette notion est d'importance particulière si l'appareil de connexion ou le fusible fonctionne de telle manière que la valeur de crête du courant présumé du circuit n'est pas atteinte.

3.7.115**courant d'intersection**

valeur du courant correspondant à l'intersection entre le temps d'ouverture par déclencheur du contacteur et la caractéristique temps-courant du DPCC

[CEI 60050-441:1984, 441-17-16, modifiée]

3.7.116

courant d'intersection minimal

courant déterminé par le point d'intersection des caractéristiques temps-courant du DPCC et du contacteur correspondant

- a) au temps de coupure maximal plus, le cas échéant, le temps de fonctionnement maximal d'un relais externe de surintensité ou de défaut à la terre;
- b) à la durée de pré-arc minimale du DPCC

NOTE Voir également la Figure 10.

3.7.117

courant d'intersection maximal

courant déterminé par le point d'intersection des caractéristiques temps-courant du DPCC et du contacteur correspondant

- a) au temps d'ouverture minimal du contacteur, ou à son temps de réponse minimal s'il est actionné par un relais de surintensité et/ou des dispositifs à temporisation;
- b) au temps de fonctionnement maximal du DPCC de courant assigné le plus élevé

NOTE Voir également la Figure 10.

3.7.118

dissipation de puissance maximale admissible

puissance dissipée par le combiné de démarrage lorsqu'il est équipé de fusibles de puissance de dissipation maximale, déterminée par les essais d'échauffement

3.7.119

courant de court-circuit avec fusible

courant de court-circuit conditionnel lorsque l'appareil limiteur de courant est un fusible

[CEI 60050-441:1984, 441-17-21]

3.7.120

tension appliquée (pour un appareil de connexion)

tension qui existe entre les bornes d'un pôle d'un appareil de connexion immédiatement avant l'établissement du courant

[CEI 60050-441:1984, 441-17-24]

3.7.121

non utilisé

3.7.122

durée d'ouverture par déclencheur (du contacteur)

durée d'ouverture défini selon la méthode de déclenchement indiquée ci-dessous avec un dispositif à temporisation formant partie intégrante du contacteur, réglé à une valeur spécifiée:

- a) pour un contacteur déclenché par une forme quelconque d'énergie auxiliaire, l'intervalle qui sépare le moment de la mise sous tension du déclencheur d'ouverture, le contacteur étant en position de fermeture, et le moment où les contacts d'arc se sont séparés à tous les pôles;
- b) pour un contacteur déclenché (autrement que par le percuteur) par un courant dans le circuit principal sans l'aide d'une forme quelconque d'énergie auxiliaire, l'intervalle qui sépare le moment où, le contacteur étant en position de fermeture, le courant dans le circuit principal atteint la valeur de fonctionnement du déclencheur de surintensité et le moment où les contacts d'arc se sont séparés à tous les pôles

3.7.123**durée d'ouverture minimale par déclencheur** (du contacteur)

durée d'ouverture par déclencheur lorsque le réglage spécifié d'un dispositif à temporisation formant partie intégrante du contacteur est à son réglage minimal

3.7.124**durée d'ouverture maximale par déclencheur** (du contacteur)

durée d'ouverture par déclencheur lorsque le réglage spécifié d'un dispositif à temporisation formant partie intégrante du contacteur est à son réglage maximal

3.7.125**durée d'arc** (d'un pôle ou d'un fusible)

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

[CEI 60050-441:1984, 441-17-37]

3.7.126**durée de coupure** (du contacteur dans un combiné de démarrage commandé par déclencheur)

intervalle de temps entre le début de la durée d'ouverture du contacteur par le déclencheur et la fin de l'extinction des arcs dans tous les pôles

NOTE Ce terme peut être qualifié par les mentions "minimale" ou "maximale" selon la durée d'ouverture et la durée d'arc utilisées.

3.101 Fusibles**3.101.1****fusible**

appareil dont la fonction est d'ouvrir, par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet, le circuit dans lequel il est inséré, en coupant le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée. Le fusible comprend toutes les parties qui constituent l'appareil complet

[CEI 60050-441:1984, 441-18-01]

3.101.2**percuteur**

dispositif mécanique faisant partie d'un élément de remplacement qui, lors du fonctionnement du fusible, libère l'énergie requise pour faire fonctionner d'autres appareils, des dispositifs indicateurs ou pour effectuer un verrouillage

[CEI 60050-441:1984, 441-18-18]

3.101.3**durée de pré-arc****temps de fusion**

intervalle de temps qui s'écoule à partir du moment où commence à circuler un courant suffisant pour provoquer une coupure dans le ou les éléments fusibles jusqu'à l'instant où un arc commence à se former

[CEI 60050-441:1984, 441-18-21]

3.101.4**durée de fonctionnement**

somme de la durée de pré-arc et de la durée d'arc

[CEI 60050-441:1984, 441-18-22]

3.101.5 intégrale de Joule I^2t

intégrale du carré du courant pour un intervalle de temps donné:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

NOTE 1 L' I^2t de pré-arc est l'intégrale I^2t pour la durée de pré-arc du fusible.

NOTE 2 L' I^2t de fonctionnement est l'intégrale I^2t pour la durée de fonctionnement du fusible.

NOTE 3 L'énergie en joules libérée dans une portion ayant une résistance de un ohm d'un circuit protégé par un fusible est égale à la valeur de I^2t de fonctionnement exprimée en $\text{in A}^2\text{s}$.

[CEI 60050-441:1984, 441-18-23]

4 Caractéristiques assignées

L'Article 4 de la CEI 62271-1 s'applique avec les compléments et les exceptions suivantes.

Un contacteur, un démarreur ou un combiné de démarrage en bon état de maintenance et de réglage doit être capable de supporter toutes les contraintes qui peuvent se produire en service, à condition qu'elles n'excèdent pas ses caractéristiques assignées.

Les caractéristiques d'un contacteur, d'un démarreur ou d'un combiné de démarrage, y compris ses dispositifs de manœuvre et ses équipements auxiliaires, qui doivent être utilisées pour déterminer les caractéristiques assignées sont données dans le Tableau 1.

Sous ce titre, sont aussi prises en compte des caractéristiques qui, bien qu'elles ne soient pas nécessairement des caractéristiques assignées, doivent être prises en considération aux stades de la spécification et de la conception.

L'utilisation d'un DPCC autre que celui utilisé lors des essais de type peut changer les caractéristiques assignées du combiné de démarrage. Dans ce cas, les nouvelles caractéristiques assignées doivent être fixées par le constructeur.

NOTE Les caractéristiques assignées peuvent être différentes entre les colonnes du tableau.

Tableau 1 – Valeurs assignées et caractéristiques

Valeur assignée/caractéristique		Contacteur 3.4.105	Démarreur 3.4.110	Combiné de démarrage 3.4.111
<i>(A) Caractéristiques assignées</i>				
a) Tension assignée (U_r)	4.1	X	X	X
b) Niveaux d'isolement assignés (U_d, U_p)	4.2	X	X	X
c) Fréquence assignée (f_r)	4.3	X	X	X
d) Courant d'emploi assigné (I_e) ou puissance d'emploi assignée	4.101	X	X	X
e) Courant de courte durée admissible assigné (I_k)	4.5	X	X	X
f) Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)	4.6	X	X	X
g) Durée de court-circuit assignée (t_k)	4.7	X	X	X
h) Courant de coupure en court-circuit assigné (I_{SC})	4.107			X
i) Courant de fermeture en court-circuit assigné (I_{ma})	4.107			X
j) Services assignés	4.102	X	X	(X)
k) Caractéristiques assignées de charge et de surcharge par catégorie d'emploi	4.103, 4.104	X	X	X
l) Tension d'alimentation assignée des dispositifs de manœuvre, et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	4.8	X	X	X
m) Fréquence d'alimentation assignée des dispositifs de manœuvre, et des circuits auxiliaires	4.9	X	X	X
n) Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour l'isolement et/ou la manœuvre	4.10	X	X	X
<i>(B) Caractéristiques à donner sur demande</i>				
a) Courant thermique (I_{th})	4.4.101	X	X	X
b) Endurance électrique	4.106	X		
c) Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	4.107	X	X	X
d) Classification des dommages	4.107.3	X	X	X
e) Pouvoir de coupure en court-circuit	4.107, 6.104	X	X	
f) Pouvoir de fermeture en court-circuit	4.107, 6.104	X	X	
g) Caractéristiques de coupure du moteur	6.108	X		
h) Courant d'intersection pour les combinés de démarrage commandés par déclencheur	4.107.2			X
i) Courant capacitif de manœuvre assigné	4.112	X		X
<i>(C) Caractéristiques dépendant du type de démarreur</i>				
a) Dispositifs automatiques de commutation et dispositifs automatiques de commande d'accélération	4.108		X	X
b) Caractéristiques des autotransformateurs ou des réactances de démarrage	4.109		X	X
c) Caractéristiques des résistances de démarrage	4.110		X	X
X: applicable à cette configuration				
(X): applicable, mais voir la NOTE 2 de 4.102.2 concernant le service intermittent				

4.1 Tension assignée (U_r)

La tension assignée indique la limite supérieure de la tension la plus élevée du système pour lequel le dispositif est prévu. Les valeurs normalisées des tensions assignées sont:

2,5 kV – 3,6 kV – 5,0 kV – 7,2 kV – 12 kV – 15 kV – 17,5 kV – 24 kV

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, la tension assignée est celle du stator.

4.1.101 Tension assignée du rotor (U_{ro})

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, la valeur de la tension assignée est celle de la tension qui, lorsqu'elle est combinée au courant assigné du rotor, détermine l'application du circuit du rotor, y compris ses appareils mécaniques de connexion et à laquelle se réfèrent les pouvoirs de coupure et de fermeture, le type de service et les caractéristiques de démarrage.

La tension assignée du rotor est considérée comme égale à la tension mesurée entre les bagues, le moteur étant à l'arrêt et le rotor débranché, lorsque le stator est alimenté à sa tension assignée.

La tension assignée du rotor n'est appliquée que pour une courte durée, pendant la période de démarrage. Pour cette raison, on accepte que la tension assignée du rotor excède de 100 % la tension d'isolement assignée du rotor.

La tension maximale entre les différentes parties actives (par exemple, appareils de connexion, résistances, connexions, etc.) du circuit du rotor du démarreur peut varier. Ce fait doit être pris en compte lorsqu'on choisit le matériel et lorsqu'on l'installe.

4.2 Niveau d'isolement assigné (U_d , U_p)

Le paragraphe 4.2 de la CEI 62271-1 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes.

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, le niveau d'isolement assigné est celui du stator.

NOTE Les niveaux d'isolement pour les systèmes à 2,5 kV et 5,0 kV sont respectivement 3,6 kV et 7,2 kV.

4.2.101 Niveau d'isolement assigné du rotor

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, le niveau d'isolement assigné est celui des composants intégrés dans le circuit du rotor et de l'unité à laquelle ils appartiennent (connexions, résistances, enveloppe), et à laquelle font référence les essais diélectriques et les lignes de fuite.

4.2.102 Tension de démarrage assignée (U_{tap}) d'un démarreur à autotransformateur

La tension de démarrage assignée d'un démarreur à autotransformateur est la tension réduite dérivée du transformateur.

Les valeurs préférentielles pour la tension de démarrage assignée (U_{tap}) sont 50 %, 65 % ou 80 % de la tension assignée.

4.2.103 Tension de démarrage assignée (U_{tap}) d'un démarreur à réactance

La tension de démarrage assignée d'un démarreur à réactance est la tension réduite déduite de l'impédance de la réactance et du courant du moteur avant rotation.

Les valeurs préférentielles pour la tension de démarrage assignée (U_{tap}) sont 50 %, 65 % ou 80 % de la tension assignée.

4.3 Fréquence assignée (f_r)

La fréquence assignée est la fréquence d'alimentation pour laquelle l'appareil est conçu et à laquelle les autres valeurs caractéristiques correspondent. Les valeurs normalisées de la fréquence assignée sont 50 Hz et 60 Hz.

4.4 Courant assigné en service continu et échauffement

4.4.1 Courant assigné en service continu (I_r)

Normalement, il n'y a pas de courant assigné en service continu pour les contacteurs ou les démarreurs de moteurs. Quand un grand nombre de contacteurs ou de démarreurs sont combinés, le courant assigné du jeu de barres doit être conforme à la CEI 62271-200.

Voir également le courant thermique (4.4.101).

4.4.2 Échauffement

La CEI 62271-1 s'applique, ainsi que la CEI 60282-1 en ce qui concerne les fusibles.

Le paragraphe 4.4.2 de la CEI 62271-1 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes:

Il est admis qu'un combiné de démarrage puisse être équipé de fusibles dont le type et les grandeurs assignées diffèrent de ceux utilisés dans les essais d'échauffement et cela peut changer le courant thermique du combiné de démarrage. Pour tout cas particulier, le courant thermique du combiné de démarrage doit être assigné par le constructeur. Pour plus d'informations, voir le guide d'application (Article 8).

Un contacteur ou un démarreur est aussi défini par son courant et sa puissance d'emploi assignés. Voir 4.101.

4.4.101 Courant thermique (I_{th})

Le courant thermique est le courant maximal que peut supporter l'appareil de façon continue (voir 4.102.1) sans que l'échauffement des différentes parties ne dépasse les valeurs spécifiées en 6.5. La sélection dans la série R10 ne s'applique pas.

Comme, dans les démarreurs à autotransformateur ou à réactance, l'autotransformateur ou la réactance est soumis à la tension de manière intermittente, un échauffement maximal supérieur de 15 K aux limites données dans les normes des composants appropriées (par exemple la CEI 60076-2 ou la CEI 60076-11:2004) est admis pour les bobinages du transformateur ou de la réactance, quand le démarreur est manœuvré selon les spécifications de 4.102 et 4.111.

4.4.101.1 Courant thermique du stator (I_{ths})

Pour les démarreurs de moteur, le courant thermique du stator est le courant maximal qu'il peut supporter en service continu sans que l'échauffement de ses différentes parties n'excède les limites spécifiées en 4.4.2, quand ils sont soumis aux essais selon 6.5.3.

4.4.101.2 Courant thermique du rotor (I_{thr})

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, le courant thermique du rotor est le courant maximal que les parties du démarreur traversées par le courant du rotor en position MARCHE, (après élimination des résistances) peuvent supporter en continu sans que leur

échauffement n'excède les limites spécifiées en 4.4.2, quand ils sont soumis aux essais selon 6.5.3.

4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)

Le paragraphe 4.5 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant.

Pour un contacteur ou un démarreur, le courant de courte durée admissible assigné est la valeur efficace du courant qui peut être appliqué en position fermée pendant un temps suffisamment long pour qu'un DPCC externe puisse fonctionner. En alternative, la valeur du courant peut être attribuée pour l'emploi d'un DPCC spécifié. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de sélectionner la valeur dans la série R10. Pour un combiné de démarrage, il s'agit de la valeur efficace présumée du courant.

4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)

Le paragraphe 4.6 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)

Le paragraphe 4.7 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant.

En alternative, l'intervalle de temps pendant lequel un contacteur ou un démarreur peut supporter son courant de courte durée admissible peut être celui résultant du fonctionnement du DPCC spécifié.

4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture, et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)

Le paragraphe 4.8 de la CEI 62271-1 est applicable avec les dispositions complémentaires suivantes.

Une tension d'alimentation de commande monophasée de 110 V en courant alternatif est admise, en plus de celles du Tableau 5 de la CEI 62271-1.

NOTE 1 Pour des démarreurs munis de bobines fonctionnant un court instant comme celles utilisées dans les contacteurs à accrochage, il convient que les limites de fonctionnement fassent l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La tension de retombée ne doit pas être supérieure à 75 %, ni (avec des contacts usés) inférieure à 10 %, de la tension assignée d'alimentation de commande U_a .

NOTE 2 La tension de retombée est la tension en dessous de laquelle le contacteur change d'état.

NOTE 3 La tension de fermeture est la tension au-dessus de laquelle le contacteur sera complètement fermé.

Les valeurs de fermeture et de retombée spécifiées ci-dessus s'appliquent quand la température des bobinages a atteint une valeur stabilisée correspondant à une application infinie de 100 % de U_a . Dans le cas de bobines à courant alternatif, les limites de tension s'appliquent à la fréquence assignée.

4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires (f_a)

Le paragraphe 4.9 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue

Le paragraphe 4.10 de la CEI 62271-1 est applicable.

4.101 Courant d'emploi assigné (I_e) ou puissance d'emploi assignée

Un courant d'emploi assigné pour un contacteur ou un démarreur est défini par le constructeur qui prend en compte la tension assignée (voir 4.1), la fréquence assignée (voir 4.3), les services assignés (voir 4.102), la catégorie d'emploi (voir 4.104), s'il y a lieu, et le type d'enveloppe de protection.

Dans le cas de contacteurs ou de démarreurs pour manœuvre directe de moteurs individuels, l'indication d'un courant d'emploi assigné peut être remplacée ou complétée par l'indication d'une puissance développée assignée maximale, à la tension assignée considérée, du moteur concerné. Le constructeur doit pouvoir indiquer la relation présumée entre le courant d'emploi et la puissance d'emploi, le cas échéant.

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, le courant d'emploi assigné se réfère au stator.

4.101.1 Courant rotorique d'emploi assigné (I_{er})

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, un courant rotorique d'emploi assigné est défini par le constructeur qui prend en compte la tension assignée du rotor (voir 4.1.101), le courant thermique du rotor, la fréquence assignée (voir 4.3), le service assigné (voir 4.102), les caractéristiques de démarrage (voir 4.111) et le type d'enveloppe de protection.

Le courant rotorique d'emploi assigné est égal au courant qui traverse les connexions du rotor quand celui-ci est court-circuité, que le moteur tourne à pleine charge et que le stator est alimenté à sa tension assignée et à sa fréquence assignée.

Quand la partie rotorique d'un démarreur rotorique à résistances est spécifiée séparément, l'indication du courant d'emploi assigné du rotor peut être complétée par la puissance développée assignée maximale à la tension de rotor assignée des moteurs.

4.102 Services assignés

Les services assignés considérés comme normaux pour un contacteur ou un démarreur sont les suivants.

4.102.1 Service continu

Service pendant lequel les contacts principaux sont maintenus fermés lorsqu'un courant permanent les traverse sans interruption pendant une durée suffisante pour atteindre l'équilibre thermique, sans que leur échauffement admis n'excède les limites spécifiées en 4.4.2.

4.102.2 Service périodique intermittent ou service intermittent

Service pendant lequel les contacts principaux sont maintenus fermés pendant des durées ayant une relation définie avec les durées pendant lesquelles ils ne sont parcourus par aucun courant, celles-ci étant trop courtes pour permettre à l'appareil d'atteindre l'équilibre thermique, sans que leur échauffement admis n'excède les limites spécifiées en 4.4.2.

Le service intermittent est caractérisé par la valeur du courant, par la durée de passage du courant et par le coefficient de charge, qui est le rapport entre la durée du passage du courant et la durée totale, souvent exprimé en pourcentage. Les valeurs normalisées du coefficient de charge sont 15 %, 25 %, 40 % et 60 %.

En fonction du nombre de cycles de manœuvres qu'ils sont capables d'effectuer par heure, les contacteurs et les démarreurs se répartissent selon les classes suivantes:

- classe 1: jusqu'à un cycle de manœuvres par heure;

- classe 3: jusqu'à trois cycles de manœuvres par heure;
- classe 12: jusqu'à douze cycles de manœuvres par heure;
- classe 30: jusqu'à trente cycles de manœuvres par heure;
- classe 120: jusqu'à 120 cycles de manœuvres par heure;
- classe 300: jusqu'à 300 cycles de manœuvres par heure.

Un cycle de manœuvres est défini en 3.6.102.

NOTE 1 Dans le cas de démarreurs à service intermittent, la différence entre la constante de temps thermique du relais de surcharge et celle du moteur peut rendre inappropriée une protection contre les surcharges par relais thermique. Il est recommandé, pour les installations destinées à un service intermittent, de soumettre la question de la protection contre les surcharges à un accord entre constructeur et utilisateur.

NOTE 2 Il convient de porter une attention particulière aux performances thermiques des DPCC dans les combinés de démarrage soumis à un service intermittent.

NOTE 3 Il convient de porter une attention particulière aux démarreurs à autotransformateur ou à réactance. Voir 4.109.

4.102.3 Service temporaire

Service pendant lequel les contacts principaux sont maintenus fermés pendant des durées insuffisantes pour permettre au dispositif d'atteindre l'équilibre thermique, sans que leur échauffement admis n'excède les limites spécifiées en 4.4.2, les périodes de passage du courant étant séparées par des périodes sans courant d'une durée suffisante pour que la température atteigne de nouveau la température du milieu de refroidissement.

Les valeurs normalisées de service temporaire sont 10 minutes, 30 minutes, 60 minutes et 90 minutes avec les contacts fermés.

4.103 Caractéristiques assignées de charge et de surcharge

4.103.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure assignés

Un contacteur ou un démarreur est défini par ses pouvoirs de fermeture et de coupure, comme spécifié dans le Tableau 6, selon les catégories d'utilisation (voir 4.104). Pour les exigences dans le cas d'association avec des dispositifs de protection de court-circuit, voir 4.107.

4.103.1.1 Pouvoir de fermeture assigné

Le pouvoir de fermeture assigné d'un contacteur ou d'un démarreur est la valeur de courant, déterminée en condition établie, que l'appareil peut établir sans qu'il y ait soudure ni érosion anormale des contacts ou sans émission excessive de flammes, dans des conditions de fermeture spécifiées.

Le pouvoir de fermeture assigné est établi en fonction de la tension d'emploi assignée, du courant d'emploi assigné et de la catégorie d'emploi, selon le Tableau 6.

Le pouvoir de fermeture assigné est exprimé par la valeur efficace de la composante alternative du courant.

NOTE La valeur de crête du courant pendant la première demi-période qui suit la fermeture du contacteur ou du démarreur peut être sensiblement plus grande que la valeur de crête du courant en condition établie, selon le facteur de puissance du circuit et l'instant de fermeture sur l'onde de tension.

Un contacteur ou un démarreur doit pouvoir se fermer sur un courant qui correspond à la composante alternative du courant définissant son pouvoir de fermeture dans les limites qui résultent des valeurs de facteurs de puissance indiquées dans le Tableau 6, quelle que soit la valeur de la composante continue.

Le pouvoir de fermeture assigné n'est valable que si le fonctionnement du contacteur ou du démarreur s'effectue conformément aux exigences du 4.8.

4.103.1.2 Pouvoir de coupure assigné

Le pouvoir de coupure assigné d'un contacteur ou d'un démarreur est la valeur de courant que l'appareil peut couper sans qu'il y ait érosion anormale des contacts ou émission excessive de flammes, dans des conditions de coupure spécifiées à la tension assignée.

Le pouvoir de coupure assigné est établi en fonction de la tension assignée, du courant d'emploi assigné et de la catégorie d'emploi, selon le Tableau 6.

Un contacteur ou un démarreur doit pouvoir couper toute valeur du courant de charge jusqu'à son pouvoir de coupure le plus élevé, selon 4.104.

Si le contacteur ou le démarreur a un courant minimal de coupure, le constructeur doit indiquer son amplitude et son facteur de puissance.

Si le contacteur ou le démarreur présente une durée d'arc prolongée pour un courant inférieur au courant d'emploi assigné, le constructeur doit indiquer son amplitude et son facteur de puissance.

Le pouvoir de coupure assigné est exprimé par la valeur efficace de la composante alternative du courant.

4.103.2 Aptitude à supporter les courants de surcharge

Les contacteurs et les démarreurs des catégories d'emploi AC-3 ou AC-4 doivent supporter les courants de surcharge du Tableau 8, comme spécifié en 6.103.

4.104 Catégorie d'emploi

Les catégories d'emploi données dans le Tableau 2 sont considérées comme normalisées dans la présente publication. Toute autre catégorie d'emploi doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs de tension et de courant, exprimées en multiples du courant et de la tension d'emploi assignés, et par les facteurs de puissance comme indiqué dans le Tableau 6 et autres conditions d'essai données dans la définition des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés.

Pour les contacteurs et les démarreurs définis par leur catégorie d'emploi, il n'est donc pas nécessaire de spécifier séparément les pouvoirs de fermeture et de coupure assignés, car ces valeurs dépendent directement de la catégorie d'emploi, comme indiqué dans le Tableau 6.

Les catégories d'emploi du Tableau 6 correspondent aux applications listées dans le Tableau 2.

La tension, pour toutes les catégories d'emploi, est la tension assignée du contacteur ou du démarreur, sauf pour les démarreurs rotoriques à résistances pour lesquels c'est la tension assignée du stator.

Tous les démarreurs directs appartiennent à la catégorie d'emploi AC-3 ou AC-4.

Tous les démarreurs à autotransformateur à deux étapes et tous les démarreurs à réactance à deux étapes appartiennent à la catégorie d'emploi AC-3.

Le contacteur du stator des démarreurs rotoriques à résistances appartient à la catégorie d'emploi AC-2.

Tableau 2 – Catégories d'emploi

Catégorie	Application typique
AC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistance
AC-2	Démarrage et inversion de marche – moteurs à bague
AC-3	Démarrage et arrêt des moteurs en marche – moteurs à induction à cages
AC-4	Démarrage, inversion de marche et marche par à-coups – moteurs à induction à cages
NOTE Les utilisations de démarreurs ou de contacteurs pour la manœuvre de circuits rotoriques, de condensateurs ou de transformateurs doivent faire l'objet d'un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur.	

Les conditions typiques de service pour les démarreurs (voir Figure 1) sont:

- a) un sens de rotation avec le moteur déconnecté pendant qu'il fonctionne dans des conditions normales de service (catégories d'emploi AC-2 et AC-3);
- b) deux sens de rotation, mais avec un fonctionnement dans le deuxième sens réalisé après que le démarreur ait été déconnecté et que le moteur soit complètement stoppé (catégories d'emploi AC-2 et AC-3);
- c) un sens de rotation ou deux sens de rotation comme au point b), mais avec la possibilité de marche par à-coups (pas à pas) avec une fréquence faible. Pour cette condition de service, des démarreurs directs sont généralement utilisés (catégorie d'emploi AC-3);
- d) un sens de rotation avec une marche par à-coups fréquente (pas à pas). En général, on utilise pour ce service, des démarreurs directs (catégorie d'emploi AC-4);
- e) un ou deux sens de rotation, mais avec une possibilité d'inversion de marche pour arrêt à faible fréquence, la connexion étant associée, si disponible, avec la résistance de freinage du rotor (démarreur inverseur avec freinage). On utilise généralement un démarreur rotorique à résistances pour cette condition de service (catégorie d'emploi AC-2);
- f) deux sens de rotation, mais avec la possibilité d'inverser les connexions d'alimentation du moteur pendant qu'il tourne dans le premier sens (plugging), dans le but de le faire tourner dans l'autre sens, et en le déconnectant de sa position en conditions normales de service. On utilise généralement des démarreurs inverseurs directs pour ces conditions de service (catégorie d'emploi AC-4).

Sauf indication contraire, les démarreurs sont conçus en fonction des caractéristiques de démarrage des moteurs (voir Tableau 3) compatibles avec les pouvoirs de fermeture du Tableau 6. Quand le courant de démarrage d'un moteur, rotor bloqué, dépasse ces valeurs, il convient que le courant d'emploi soit réduit en conséquence.

4.105 Endurance mécanique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure mécanique, un contacteur ou un démarreur est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres hors charge (c'est-à-dire sans courant sur les contacts principaux) qu'il peut effectuer sans qu'il soit nécessaire de changer une partie quelconque.

Les valeurs préférentielles du nombre de cycles de manœuvres hors charge, exprimées en millions, sont: 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 1 et 3.

Si aucune endurance mécanique n'est donnée par le constructeur, la classe de service intermittent implique une endurance mécanique minimale qui correspond à 8 000 h de fonctionnement à la fréquence de cycles de manœuvres la plus élevée.

4.106 Endurance électrique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure électrique, un contacteur ou un démarreur est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge, correspondant aux conditions de service du Tableau 10, qu'il peut effectuer sans réparation ou remplacement. Pour la catégorie AC-3, le constructeur doit donner, sur demande, le nombre de cycles de manœuvres en charge que l'on peut effectuer sans réparation ou remplacement pour les conditions de service correspondantes du Tableau 10 (voir 6.107).

4.107 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)

Les contacteurs et les démarreurs sont caractérisés par le type, les grandeurs assignées et les caractéristiques des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC), par exemple fusibles limiteurs de courant, à utiliser pour assurer la sélectivité en surintensité de courant entre le démarreur et le DPCC, et une protection adéquate du contacteur ou du démarreur contre les courants de court-circuit. Les exigences sont données en 6.6, 6.104 et 6.106 de la présente norme.

- a) Pour un contacteur ou un démarreur qui n'est pas équipé de protection contre les courts-circuits, les informations suivantes doivent être données par le constructeur pour permettre la réalisation de la coordination:
- le plus grand courant coupé limité du DPCC prévu pour le combiné de démarrage;
 - le pouvoir de coupure maximal en court-circuit;
 - le courant présumé de courte durée admissible maximal et sa durée, ou l'intégrale de Joule ($\int i^2 dt$) que le contacteur ou le démarreur peut supporter;
 - la valeur de crête maximale du courant présumé admissible.

Voir 6.6 et 6.104.

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit ne doit pas être limité à la série R10.

- b) Le constructeur du DPCC doit indiquer:
- la valeur de crête maximale du courant et l'intégrale de Joule maximale que laisse passer le DPCC en fonction du courant de court-circuit;
 - les caractéristiques temps courant du DPCC.
- c) Pour les contacteurs ou les démarreurs équipés de DPCC, le constructeur doit donner les informations suivantes pour permettre la réalisation d'un type donné de coordination:
- types et caractéristiques des dispositifs de coordination;
 - type de classification des dommages, (voir 4.107.3);
 - pouvoir de coupure assigné en court-circuit (I_{sc});
 - pouvoir de fermeture assigné en court-circuit (I_{ma}).

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est le plus grand courant de court-circuit présumé que le combiné de démarrage doit être capable de couper, dans les conditions d'utilisation et de comportement prescrites dans la présente norme, dans un circuit dont la tension de rétablissement à fréquence industrielle correspond à la tension assignée du combiné de démarrage. Le courant de coupure assigné en court-circuit ne doit pas être limité à la série R10.

Le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit est la valeur de crête maximale du courant présumé que le combiné de démarrage doit être capable d'établir, dans les conditions d'utilisation et de comportement définies dans la présente norme, dans un circuit dont la tension à fréquence industrielle correspond à la tension assignée du combiné de démarrage.

La vérification de la coordination est effectuée selon 6.106.

NOTE 1 Il est admis que l'impédance série d'un combiné ou le fonctionnement rapide des fusibles ou de l'appareil de coupure peut conduire à l'un ou aux deux effets suivants:

- a) une réduction du courant de court-circuit jusqu'à une valeur sensiblement plus petite que celle qu'il aurait atteint autrement;
- b) un fonctionnement tellement rapide que l'onde de courant de court-circuit est déformée par rapport à sa forme initiale.

C'est la raison pour laquelle le terme "courant présumé" est utilisé quand on évalue les performances de coupure ou de fermeture.

NOTE 2 Un combiné donné avec un contacteur ou un démarreur et un DPCC peut se conformer à plus d'un type de coordination selon les différentes valeurs du courant de court-circuit assigné.

4.107.1 Exigences générales pour la coordination

Le DPCC doit être placé du côté de l'alimentation du contacteur ou du démarreur, et avoir un pouvoir de coupure en court-circuit au moins égal au courant de court-circuit présumé au point de raccordement. Cette exigence doit être vérifiée en se référant aux résultats des essais de pouvoir de coupures effectués sur le DPCC conformément à la spécification applicable.

Le réglage du relais de surcharge sera tel que le DPCC ne doit pas fonctionner à la place de l'appareil de connexion pour des courants inférieurs au niveau maximal de surcharge en service normal (y compris le courant de moteur bloqué). Cette exigence doit être vérifiée en se référant aux résultats des essais en surcharge effectués séparément sur le DPCC conformément à la spécification applicable.

Pour les courants égaux aux courants de coupure des contacteurs ou démarreurs donnés dans le Tableau 6 pour la catégorie d'emploi AC-3, les informations fournies par le constructeur du DPCC doivent permettre de vérifier que le DPCC peut supporter ces courants pendant des durées au moins égales au temps d'ouverture du relais de surcharge correspondant.

Pour toutes les valeurs de surintensité pour lesquelles on peut utiliser le combiné de démarrage, le contacteur ou le démarreur, y compris le DPCC, s'il est intégré, doit fonctionner de façon telle que les manifestations extérieures (comme l'émission de flammes ou de gaz chauds) ne dépassent pas un périmètre de sécurité défini par le constructeur du démarreur. Si le DPCC est séparé du démarreur, il doit fonctionner conformément à ses spécifications applicables.

4.107.2 Courant d'intersection pour les combinés de démarrage commandés par déclencheur

Valeur du courant triphasé symétrique utilisé dans la séquence d'essais C (voir 6.106.3.3). La Figure 9 donne un exemple de calcul de courant d'intersection.

4.107.3 Coordination et classification des dommages acceptables

Pour les courants dépassant le courant maximal d'intersection du démarreur défini en 6.106.3.3, le passage du courant dans le contacteur ou le démarreur, pendant le temps de coupure, peut endommager l'appareil de connexion. Plusieurs types d'appareils sont normalisés selon le niveau de dommage acceptable. La coordination et le type de classification des dommages doivent être vérifiés par les essais définis en 6.106.

Type a – Tout type de dommage est autorisé (à l'exclusion des dommages externes à l'enveloppe le cas échéant) de manière à rendre nécessaire le remplacement de l'appareil dans son ensemble ou le remplacement de pièces essentielles en plus de celles listées dans la coordination de type *b*.

Type b – Les caractéristiques du relais de surcharge du démarreur peuvent être altérées de manière permanente. Les autres dommages doivent être limités aux contacts principaux et/ou à la chambre de coupure du démarreur, qui peuvent nécessiter un remplacement ou de l'attention.

Type c – Les dommages doivent être limités aux contacts principaux du démarreur (qui peuvent nécessiter un remplacement ou la cassure des soudures).

Les cas d'application n'entraînant pratiquement aucun risque de soudure des contacts sont soumis à un accord entre constructeur et utilisateur, et ne sont pas couverts par la présente norme.

Pour les courants ne dépassant pas le courant d'intersection maximal, il ne doit pas y avoir de dommages matériels, et le contacteur ou le démarreur doit en conséquence pouvoir fonctionner normalement.

4.108 Types des dispositifs automatiques d'inversion et des dispositifs automatiques de commande d'accélération

Des dispositifs automatiques d'inversion et des dispositifs automatiques de commande d'accélération peuvent être fournis, en incluant:

- a) Dispositifs à temporisation, par exemple, relais temporisé de contacteur (voir CEI 60947-5-1) utilisé pour les dispositifs de contrôle ou les relais tout-ou-rien à temps spécifié (voir CEI 61812-1);
- b) Dispositifs à minimum de courant (relais à minimum de courant);
- c) Autres dispositifs de commande automatiques d'accélération:
 - dispositifs dépendant de la tension;
 - dispositifs dépendant de la puissance;
 - dispositifs dépendant de la vitesse.

4.109 Autotransformateurs ou réactances de démarrage à tension réduite

4.109.1 Types et caractéristiques des autotransformateurs ou des réactances de démarrage

Les caractéristiques de démarrage étant prises en compte (voir 4.111), les autotransformateurs ou les réactances doivent être caractérisés par:

- la tension assignée;
- le nombre de prises disponibles pour ajuster le couple et le courant de démarrage;
- la tension de démarrage, c'est-à-dire la tension aux bornes des prises, exprimée en pourcentage de la tension assignée;
- les courants qu'ils peuvent supporter pendant un temps spécifié;
- le service assigné (voir 4.102);
- la méthode de refroidissement (par air, par huile).

Les autotransformateurs ou les réactances peuvent être:

- soit intégrés dans le démarreur, auquel cas l'échauffement résultant doit être pris en compte pour déterminer les grandeurs assignées du démarreur;
- soit fournis séparément, auquel cas la nature et les dimensions des connexions doivent être spécifiées par accord entre le constructeur du transformateur ou de la réactance et le constructeur du démarreur.

4.109.2 Service de démarrage des démarreurs à tension réduite

Le courant à rotor bloqué à la tension maximale est supposé être six fois le courant de pleine charge. La température maximale ne doit pas s'élever à plus de 15 K au-dessus de la classe d'isolants de l'autotransformateur ou de la réactance. Les caractéristiques assignées doivent être déterminées suivant les cycles de service (C étant une manœuvre de fermeture et O une manœuvre d'ouverture):

- a) service modéré: le démarreur doit être caractérisé en se basant sur le cycle de service suivant: MARCHE 30 s, ARRÊT 30 s, répété deux fois pour un total de trois manœuvres CO. Repos 1 h, et ensuite, répétition;
- b) service intensif: le démarreur doit être caractérisé en se basant sur le cycle de service suivant: MARCHE 1 minute, ARRÊT 1 minute, répété quatre fois pour un total de cinq manœuvres CO. Repos 2 h, et ensuite, répétition.

4.110 Types et caractéristiques des résistances de démarrage pour les démarreurs rotoriques à résistances

Les caractéristiques de démarrage étant prises en compte (voir 4.111), les résistances de démarrage doivent être caractérisées par:

- le niveau d'isolement assigné du rotor;
- leur valeur de résistance;
- le courant thermique, défini comme étant le courant permanent qu'elles peuvent supporter pendant un temps spécifié;
- le service assigné (voir 4.102);
- la méthode de refroidissement (par exemple convection naturelle, ventilation forcée, immersion dans l'huile).

Les résistances de démarrage peuvent être:

- soit intégrées dans le démarreur, auquel cas l'échauffement résultant doit être limité, de manière à ne pas endommager les autres parties du démarreur;
- soit fournies séparément, auquel cas la nature et les dimensions des connexions doivent être définies par accord entre le constructeur des résistances et le constructeur du démarreur.

4.111 Caractéristiques dépendant du type de démarreur

Le Tableau 3 indique les caractéristiques pour les différents types de démarreurs. Il convient de les considérer comme typiques mais, pour certaines applications, il peut y avoir des exigences de démarrage très spécifiques.

Tableau 3 – Caractéristiques dépendant du type de démarreur

Type de démarreur	Catégorie d'emploi	Nombre d'étapes	Puissance	Cycle de service		U_{ro}	I_{er}^1	Refroidissement	Couple rotor bloqué T_{lr}^b	Courant rotor bloqué I_{lr}	U_{tap}^c
				Temps de démarrage	No. /h						
1. Direct	AC-3, AC-4	1	x		x						
2. Inverseur	AC-4	1	x		x						
3. A deux directions	AC-2, AC-3	1	x		x						
4. à kVA réduits											
a) Rhéostatique	AC-2, AC-3	n^e	x	x	x	x	x	x	x		
b) Autotransformateur	AC-3	2	x	x	x^d			x	x	x	x
c) Réactance	AC-3	2	x	x	x^d			x	x	x	x
I_{er} Courant rotorique d'emploi assigné (voir 4.101.1) U_{ro} Tension rotorique assignée (voir 4.1.101) U_{tap} Tension de prise (voir 4.2.102 et 4.2.103)											
<p>a Information normalement fournie par le constructeur du moteur.</p> <p>b A fournir par le constructeur du démarreur. Les valeurs normalisées sont 70 %, 100 %, 150 % et 200 % du couple assigné T_e.</p> <p>c Les valeurs normalisées sont 50 %, 65 % et 80 %.</p> <p>d Par cycle de service suivant 4.109.2, en supposant qu'aucune autre valeur n'est spécifiée.</p> <p>e Pour la plupart des applications, entre deux et six étapes de démarrage conviennent selon le couple de la charge, l'inertie et la sévérité du démarrage requis.</p>											

4.112 Pouvoir de coupure et pouvoir de fermeture assignés de courants capacitifs

Les caractéristiques assignées d'un contacteur pour l'établissement et la coupure de courants capacitifs doit inclure, si cela est applicable:

- le pouvoir de coupure assigné d'une batterie de condensateurs unique;
- le pouvoir de coupure assigné d'une batterie de condensateurs à gradins;
- le pouvoir de fermeture assigné à l'enclenchement d'une batterie de condensateurs unique;
- le pouvoir de fermeture assigné à l'enclenchement d'une batterie de condensateurs à gradins.

Les valeurs des courants capacitifs assignés d'établissement et de coupure doivent être données par le constructeur.

Deux classes de contacteurs sont définies, selon leurs performances de réamorçage:

- classe C1: faible probabilité de réamorçage pendant la coupure du courant capacitif, autorisant au plus 5 réamorçages, comme démontré par les essais de type;
- classe C2: très faible probabilité de réamorçage pendant la coupure du courant capacitif, n'autorisant aucun réamorçage, comme démontré par les essais de type.

NOTE 1 La probabilité est relative aux performances pendant la séquence d'essais de type stipulés au 6.109.

NOTE 2 Le même contacteur peut avoir différentes classes, en fonction de l'application.

4.112.1 Pouvoir de coupure assigné d'une batterie de condensateurs unique

Le pouvoir de coupure assigné d'une batterie de condensateurs unique est le courant maximal des condensateurs que le contacteur doit être capable de couper à sa tension

assignée, dans les conditions d'utilisation et de comportement prescrites dans la présente norme. Ce courant de coupure est relatif à la manœuvre d'une batterie de condensateurs-shunt où aucun condensateur-shunt n'est connecté du côté source du contacteur.

4.112.2 Pouvoir de coupure assigné d'une batterie de condensateurs à gradins

Le pouvoir de coupure assigné d'une batterie de condensateurs à gradins est le courant maximal des condensateurs que le contacteur doit être capable de couper à sa tension assignée, dans les conditions d'utilisation et de comportement prescrites dans la présente norme.

Ce courant de coupure est relatif à la manœuvre d'une batterie de condensateurs-shunt où l'une d'elles, au moins, est connectée du côté source du contacteur, donnant un courant d'appel à l'enclenchement égal au pouvoir de fermeture assigné d'une batterie de condensateurs à gradins.

4.112.3 Pouvoir de fermeture assigné d'une batterie de condensateurs unique

Aucune caractéristique assignée ou préférentielle ou valeur n'est définie. Ceci vient du fait que les courants d'appel associés aux batteries de condensateurs uniques ne sont pas considérés comme critiques.

4.112.4 Pouvoir de fermeture assigné d'une batterie de condensateurs à gradins et fréquence du courant d'appel

Le pouvoir de fermeture assigné d'une batterie de condensateurs à gradins est la valeur de crête du courant que le contacteur doit être capable d'établir, à sa tension assignée et avec une fréquence du courant d'appel. Les valeurs de courant d'appel et de la fréquence doivent être indiquées par le constructeur.

5 Conception et construction

5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans les contacteurs et les démarreurs de moteur

Le paragraphe 5.1 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans les contacteurs et les démarreurs de moteur

Le paragraphe 5.2 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.3 Raccordement à la terre des contacteurs et des démarreurs de moteur

Le paragraphe 5.3 de la CEI 62271-1 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes.

5.3.101 Mise à la terre du circuit principal

Le paragraphe 5.3.1 de la CEI 62271-200:2003 est applicable avec les dispositions complémentaires suivantes.

- a) si un sectionneur de terre est fourni, les exigences de la CEI 62271-102 doivent s'appliquer;
- b) la mise à la terre du circuit principal peut être réalisée par des connexions internes à l'équipement portable de mise à la terre, comme décrit dans la CEI 61230.

5.3.102 Mise à la terre de l'enveloppe

Le paragraphe 5.3.2 de la CEI 62271-200 est applicable.

5.3.103 Raccordement à la terre des appareils de connexion

Les parties conductrices exposées (par exemple le châssis, la structure et les parties fixes des enveloppes métalliques), autres que celles qui ne peuvent être mises sous tension, doivent être électriquement reliées entre elles et raccordées à une borne de terre de protection destinée à être connectée à une prise de terre ou à un conducteur de protection externe. Cette exigence peut être satisfaite par les constituants normaux de la structure assurant une continuité électrique adéquate et s'applique, que l'équipement soit utilisé tel quel ou incorporé dans un ensemble. Tout point de connexion doit être marqué avec le symbole "terre de protection", comme indiqué par le symbole CEI 60417-5019 (2006-08).

5.4 Équipements auxiliaires et de commande

Le paragraphe 5.4 de la CEI 62271-1 est applicable avec la modification suivante.

Pour les gammes de manœuvres des dispositifs principaux, auxiliaires et de commande, voir 4.8 de la présente norme.

5.5 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure

Le paragraphe 5.5 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant.

Un contacteur ou un démarreur conçu pour des manœuvres dépendantes avec une source d'énergie extérieure doit pouvoir établir et couper son courant de court-circuit assigné (le cas échéant) à la tension minimum de l'alimentation du dispositif de manœuvre spécifiée en 4.8. Si un temps maximal de fermeture et d'ouverture est donné par le constructeur, ce temps ne doit pas être dépassé.

5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie

Le paragraphe 5.6 de la CEI 62271-1 n'est pas applicable.

5.7 Manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure (manœuvre indépendante sans accrochage mécanique)

Le paragraphe 5.7 de la CEI 62271-1 n'est pas applicable.

5.8 Fonctionnement des déclencheurs

Les paragraphes 5.8.2 à 5.8.4 de la CEI 62271-1 sont applicables avec les dispositions complémentaires suivantes.

Pour les types et les caractéristiques des relais et déclencheurs, voir 5.101 de la présente norme.

NOTE Dans le reste de la présente norme, il convient que le terme "relais de surcharge" soit utilisé pour désigner un relais de surcharge ou un déclencheur de surcharge, selon le cas.

5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance basse et haute pression

Le paragraphe 5.9 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.10 Plaques signalétiques

Le paragraphe 5.10 de la CEI 62271-1 est applicable avec les dispositions complémentaires suivantes:

Chaque contacteur, combiné de démarrage ou démarreur doit être livré avec une plaque signalétique donnant les indications suivantes, marquées de façon durable, et placée à un

endroit tel que ces indications soient visibles et lisibles quand le contacteur, le combiné de démarrage ou le démarreur est installé.

Les courants d'emploi assignés et les puissances d'emploi assignées (voir 4.101), ainsi que les autres valeurs requises pour les besoins de l'application doivent être mis à disposition par le constructeur, c'est la raison pour laquelle la désignation du type ou le numéro de série sont des éléments essentiels des indications de la plaque signalétique.

Si la place disponible sur la plaque signalétique est insuffisante pour recevoir toutes les informations, le contacteur ou le démarreur doit avoir au minimum les informations des points a) et b). Dans ce cas, les informations complètes doivent être portées ailleurs sur l'équipement.

NOTE Dans le cas de contacteurs, de combinés de démarrage ou de démarreurs conçus comme appareils débroschables ou amovibles pour être intégrés dans des appareillages de commutation et de commande assemblés en usine, il est nécessaire que ces plaques soient visibles uniquement après que ces appareils aient été débroschés ou retirés.

- a) nom du constructeur ou marque commerciale;
- b) désignation du type ou numéro de série;
- c) fréquence assignée (f_r), par exemple ~ 50 Hz;
- d) tension assignée (U_r) (voir 4.1);
- e) courant d'emploi assigné (I_e) ou puissance d'emploi assignée (voir 4.101);
- f) altitude supérieure à 1 000 m (le cas échéant).

Les informations suivantes concernant les bobines de commande du contacteur ou du démarreur doivent être placées soit sur chaque bobine, soit sur le dispositif:

- g) indication "c.c." (ou symbole \square) ou valeur de la fréquence assignée, par exemple ~ 50 Hz;
- h) tension assignée de la bobine.

Les bobines des dispositifs de commande doivent avoir un marquage de référence permettant d'obtenir du constructeur les informations complètes.

- i) courants capacitifs de manœuvre assignés et classe, si applicable.

5.11 Dispositifs de verrouillage

Le paragraphe 5.11 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant.

Des exigences complémentaires concernant le verrouillage d'un combiné de démarrage sont spécifiées en 5.11 de la CEI 62271-200. Les contacteurs inverseurs ou tout autre arrangement, de deux ou de plusieurs contacteurs, pouvant provoquer un défaut entre phases s'ils étaient fermés simultanément, doivent être verrouillés mécaniquement et électriquement pour interdire cette possibilité.

5.12 Indicateur de position

Quand des indicateurs de position sont spécifiés, le paragraphe 5.12 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.13 Degrés de protection procurés par les enveloppes

Le paragraphe 5.13 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.14 Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur

Le paragraphe 5.14 de la CEI 62271-1 n'est pas applicable.

5.15 Étanchéité aux gaz et au vide

Le paragraphe 5.15 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.16 Étanchéité au liquide

Le paragraphe 5.16 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.17 Risque de feu (Inflammabilité)

Le paragraphe 5.17 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 5.18 de la CEI 62271-1 est applicable avec les dispositions complémentaires suivantes.

Les émissions causées par les manœuvres de commutation sont de courte durée, de l'ordre de la milliseconde. La fréquence, le niveau et les conséquences de telles émissions sont considérés comme faisant partie de l'environnement électromagnétique normal de l'appareillage. Par conséquent, de telles émissions ne doivent pas être considérées comme des perturbations électromagnétiques.

5.19 Émission de rayons X

Le paragraphe 5.19 de la CEI 62271-1 est applicable.

5.101 Relais de protection

Des relais apportant des fonctions de protection, telle qu'une protection contre les surcharges, les surintensités, les défauts de terre et les sur/sous tensions, peuvent être fournis après accord entre le constructeur et l'utilisateur, par exemple, pour satisfaire à des exigences particulières comme une protection plus rigoureuse contre les surcharges ou des temps de démarrage anormalement longs.

Il est de la responsabilité de l'utilisateur de confirmer que les dispositifs de protection assurent une protection adéquate pour le circuit de charge. Le constructeur doit fournir les détails concernant les relais et les DPCC, quand ils sont demandés.

5.102 Enveloppes

Pour les contacteurs, les démarreurs et les combinés de démarrage sous enveloppes métalliques, le paragraphe 5.102 de la CEI 62271-200 est applicable.

5.103 Combiné de démarrage

Les combinés de démarrage doivent être conçus pour pouvoir couper, à la tension de rétablissement requise, tout courant jusqu'à et y compris le courant de coupure assigné en court-circuit.

Ils doivent également être conçus pour pouvoir fermer, à la tension assignée, les circuits pour lesquels le courant de fermeture assigné en court-circuit s'applique.

5.104 Tringlages de liaison entre le ou les percuteurs des fusibles et l'indicateur ou le déclencheur des contacteurs

Tous tringlages de liaison entre le ou les percuteurs de fusible, l'indicateur de fusion de fusible et/ou le déclencheur de contacteur, quand ils sont installés, doivent être conçus de telle sorte que le contacteur fonctionne convenablement, aussi bien en triphasé qu'en monophasé, aux valeurs minimale et maximale exigées d'un type de percuteur donné (moyen ou fort), indépendamment du mode de fonctionnement de ce percuteur (à ressort ou à charge explosive). Les exigences concernant les percuteurs sont données dans la CEI 60282-1.

5.105 Démarreur

Les démarreurs doivent être fournis avec un dispositif de détection des courants de surcharge. Les dispositifs de détection des courants de surcharge doivent être configurés pour ouvrir le contacteur et peuvent aussi mettre un dispositif indicateur sous tension.

Les démarreurs doivent être conçus pour pouvoir couper, à la tension de rétablissement requise, tout courant jusqu'à et y compris le courant de coupure assigné en court-circuit.

Ils doivent également être conçus pour pouvoir fermer, à la tension assignée, les circuits pour lesquels le courant de fermeture assigné en court-circuit s'applique.

6 Essais de type

6.1 Généralités

L'Article 6 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments suivants.

Les essais de type comprennent également (se référer au Tableau 4 pour leur application):

- les essais d'endurance mécanique (voir 6.101);
- les essais d'établissement et de coupure et les essais d'inversion (voir 6.102);
- les essais de tenue aux courants de surcharge (voir 6.103);
- les essais d'établissement et de coupure de courants de court-circuit (voir 6.104);
- la vérification des limites de fonctionnement et des caractéristiques des relais de surcharge (voir 6.105);
- le pouvoir de changement d'état et l'inversion, s'il y a lieu (voir 6.102.6 et 6.102.7);
- les essais sur le mécanisme du percuteur (voir 6.101.4).

Les essais de type spéciaux indiqués ci-après ne sont pas obligatoires, mais il convient de les effectuer pour vérifier les performances annoncées:

- vérification de la coordination avec les DPCC (voir 6.106);
- essais d'endurance électrique (voir 6.107);
- essais de coupure du moteur (voir 6.108);
- essais de manœuvre de courants capacitifs (voir 6.109).

Les essais individuels doivent être effectués sur un contacteur propre et comme neuf. Les différents essais de type peuvent être effectués à des moments différents et en des lieux différents.

Tous les essais relatifs au contacteur listés dans le Tableau 4 doivent être réalisés sur le contacteur seul ou en tant que partie des essais du démarreur ou du combiné de démarrage. Les essais effectués sur le démarreur ou sur le combiné de démarrage s'appliquent au

contacteur seul, installé pendant ces essais. De plus, il est entendu que le DPCC aura été soumis aux essais conformément aux exigences de la norme dont il dépend.

Ainsi, pour les combinés de démarrage, quatre groupes d'essais sont nécessaires:

- a) essais sur le contacteur, conformément à la présente norme; ces essais peuvent être effectués sur un combiné de démarrage autre que celui utilisé pour les essais c);
- b) essais sur le DPCC selon la norme applicable, par exemple la CEI 60282-1 ou la CEI 60644;
- c) essais sur le combiné de démarrage, conformément à la présente norme;
- d) essais sur l'enveloppe, conformément à la CEI 62271-200.

Le combiné de démarrage soumis aux essais doit:

- 1) correspondre, sur tous les points essentiels, aux dessins de son type;
- 2) se trouver dans un état propre et comme neuf, et être équipé du DPCC approprié;
- 3) lorsqu'il est manœuvré par déclencheur, être équipé de relais de surcharge ou de déclencheurs du courant assigné en service continu le plus faible associé aux fusibles.

La responsabilité du fabricant est limitée aux valeurs spécifiées et non pas à celles obtenues pendant les essais de type.

Les essais doivent être effectués à la fréquence assignée avec une tolérance de $\pm 10\%$, sauf spécification contraire dans les paragraphes correspondants.

NOTE Pour faciliter les essais, des tolérances plus larges de la fréquence assignée peuvent être nécessaires. Si les écarts sont appréciables, c'est-à-dire lorsqu'un appareillage prévu pour une fréquence assignée de 50 Hz est soumis aux essais à 60 Hz et vice versa, il convient de faire attention à l'interprétation des résultats.

Des précisions concernant les enregistrements et les rapports des essais de type pour l'établissement, la coupure et la tenue aux courants de courte durée sont données à l'Annexe A.

Tableau 4 – Essais de type applicables

Essai	Contacteur	Démarrreur	Combiné de démarrage	Paragraphe
Essais diélectriques	X	X	X	6.2
Mesure de la résistance du circuit	X	X	X	6.4
Essais d'échauffement	X	X	X	6.5
Essais de tenue aux courants de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible	X	X	X	6.6
Vérification de la protection	–	X	X	6.7
Essais d'étanchéité	X	–	–	6.8
Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	X	X	X	6.9
Vérification des limites de fonctionnement	X	X	X	6.101.1
Essais d'endurance mécanique	X	X	X	6.101.2
Essais des verrouillages	–	X	X	6.101.3
Essais du pouvoir de fermeture et de coupure assigné	X	–	–	6.102
Essais d'inversion	–	X	X	6.102.6
Essais de pouvoir de changement d'état	–	X	X	6.102.7
Essais de tenue aux courants de surcharge	X	–	–	6.103
Essais d'établissement et de coupure de courants de court-circuit	X	–	–	6.104
Vérification des limites de fonctionnement des relais de surcharge	–	X	X	6.105
Coordination avec les DPCC	–	–	X	6.106
Essais d'endurance électrique	X	–	–	6.107
Essais de coupure du moteur	X	–	–	6.108
Essais d'établissement et de coupure de courants capacitifs	X	–	–	6.109
Essais sur le mécanisme du perceur	–	–	X	6.101.4

X: applicable à cette configuration.

6.2 Essais diélectriques

Le paragraphe 6.2 de la CEI 62271-1 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes.

6.2.1 Conditions de l'air ambiant pendant les essais

Le paragraphe 6.2.1 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.2.2 Modalités des essais sous pluie

Le paragraphe 6.2.2 de la CEI 62271-1 n'est pas applicable.

6.2.3 État des contacteurs et des démarreurs de moteur pendant les essais diélectriques

Le paragraphe 6.2.3 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant.

Les essais diélectriques doivent être effectués avec des composants donnant les conditions diélectriques les plus sévères.

6.2.4 Conditions de réussite des essais

Le paragraphe 6.2.4 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.2.5 Application de la tension d'essai et conditions d'essai

Le paragraphe 6.2.5 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant.

Les essais aux ondes de choc entre les contacts ouverts d'un contacteur ne sont pas requis.

6.2.5.1 Cas général

Le paragraphe 6.2.5.1 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant. Pour des essais aux ondes de choc, seules les conditions d'essai 1, 2, et 3 du Tableau 9 de la CEI 62271-1 sont applicables au contacteur.

6.2.5.2 Cas particulier

Le paragraphe 6.2.5.2 de la CEI 62271-1 n'est pas applicable.

6.2.6 Essais des contacteurs et des démarreurs de moteur de $U_r < 245$ kV

Le paragraphe 6.2.6 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.2.7 Essais des contacteurs et des démarreurs de moteur de $U_r > 245$ kV

Le paragraphe 6.2.7 de la CEI 62271-1 n'est pas applicable.

6.2.8 Essais de pollution artificielle pour les isolateurs d'extérieur

Le paragraphe 6.2.8 de la CEI 62271-1 n'est pas applicable.

6.2.9 Essais de décharges partielles

Le paragraphe 6.2.9 de la CEI 62271-1 n'est pas applicable.

6.2.10 Essais diélectriques sur les circuits auxiliaires et de commande

Le paragraphe 6.2.10 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.2.11 Essai de tension comme essai de vérification d'état

Le paragraphe 6.2.11 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.3 Essai de tension de perturbation radioélectrique

Le paragraphe 6.3 de la CEI 62271-1 n'est pas applicable.

6.4 Mesurage de la résistance des circuits

Le paragraphe 6.4 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments suivants.

6.4.1 Circuit principal

Pendant l'essai, le courant doit avoir n'importe quelle valeur convenable entre 50 A et le courant d'emploi assigné. Si le courant d'emploi assigné est inférieur à 50 A, la mesure doit être effectuée avec ce courant.

NOTE Quand des fusibles sont utilisés comme dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC), il est possible d'utiliser des connexions rigides de résistance négligeable à la place des fusibles, mais il convient que la résistance de ces connexions soit notée.

6.4.2 Circuits auxiliaires

Le paragraphe 6.4.2 de la CEI 62271-1 n'est pas applicable.

6.5 Essais d'échauffement

6.5.1 État des contacteurs et des démarreurs de moteur à soumettre aux essais

Le paragraphe 6.5.1 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.5.2 Disposition de l'appareil

Le paragraphe 6.5.2 de la CEI 62271-1 est applicable avec les dispositions complémentaires suivantes.

Pour des valeurs du courant thermique I_{th} :

- a) les connexions doivent être réalisées à l'air libre et espacées d'une distance au moins égale à celle qui sépare les bornes;
- b) pour les essais monophasés ou polyphasés, la longueur minimale de chaque connexion temporaire entre deux bornes du matériel ou entre une borne du matériel et la source d'alimentation prévue pour l'essai, ou entre une borne du matériel et un point neutre, doit être de 1,2 m;
- c) pour les contacteurs et démarreurs tripolaires, les essais peuvent s'effectuer avec tous les pôles connectés en série.

6.5.3 Mesurage de la température et de l'échauffement

Le paragraphe 6.5.3 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments suivants.

Le circuit principal d'un contacteur, y compris les déclencheurs à maximum de courant éventuellement associés à celui-ci, doit être capable de faire passer un courant sans provoquer d'échauffement supérieur aux limites spécifiées dans le Tableau 3 de la CEI 62271-1:

- pour un contacteur destiné à un service continu: son courant thermique;
- pour un contacteur ou un combiné de démarrage destiné à un service intermittent périodique ou temporaire: son courant d'emploi assigné pour le régime correspondant;
- pour un combiné de démarrage avec des fusibles limiteurs de courant comme le DPCC.

L'essai doit être effectué au courant thermique du combiné de démarrage, lorsque ce dernier est équipé de fusibles dont la valeur du courant assigné est la plus élevée ou dont la dissipation de puissance est la plus élevée. Les échauffements se produisant dans les différentes parties du combiné de démarrage ne doivent pas excéder les valeurs spécifiées dans la CEI 60282-1 pour les fusibles et dans la CEI 62271-1 pour les autres parties du combiné de démarrage.

On doit noter les caractéristiques suivantes des fusibles utilisés pour l'essai:

- a) constructeur et type;
- b) tension assignée et courant assigné;
- c) résistance interne (voir 6.4);
- d) dissipation de puissance (mesurée selon les prescriptions de la CEI 60282-1).

Si les fusibles sont placés dans une enveloppe, la dissipation de puissance au terme de l'essai d'échauffement est la dissipation de puissance maximale admissible du combiné de démarrage. Elle doit être notée.

NOTE Il n'est pas nécessaire de soumettre aux essais les performances relatives au service intermittent, dans la mesure où la conformité peut être déterminée par calcul.

6.5.4 Température de l'air ambiant

Le paragraphe 6.5.4 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.5.5 Essai d'échauffement des équipements auxiliaires et de commande

Le paragraphe 6.5.5 de la CEI 62271-1 est applicable avec les compléments suivants.

6.5.5.101 Essais d'échauffement des bobines des contacteurs

Les bobines des contacteurs doivent être soumises aux essais selon les conditions suivantes, avec le type de courant d'alimentation spécifié et à leur tension assignée.

Lorsque le courant d'emploi assigné traverse le circuit principal, les enroulements des bobines doivent, en service continu et à la fréquence assignée, si cela s'applique, supporter leur tension assignée sans qu'il ne se produise d'échauffements supérieurs aux limites spécifiées. Des bobines spécialement calibrées, par exemple des bobines de déclenchement de contacteurs à accrochage, doivent supporter sans dommage le cycle de manœuvres le plus sévère pour lequel elles sont prévues.

Lorsqu'aucun courant ne traverse le circuit principal, dans les mêmes conditions d'alimentation et sans qu'il ne se produise d'échauffements supérieurs aux limites spécifiées, les enroulements des bobines des contacteurs pour les classes de service intermittent 12 à 300 doivent aussi supporter les cycles de manœuvres donnés par le Tableau 5.

Tableau 5 – Cycles de manœuvres en service intermittent

Classe de service intermittent du contacteur (voir 4.102.2)	Un seul cycle de manœuvres fermeture-ouverture toutes les:	Intervalle de temps pendant lequel l'alimentation de la bobine de commande des contacteurs à maintien magnétique est maintenue
	s	s
12	300	180
30	120	72
120	30	18
300	12	7,2

NOTE 1 Les classes du service intermittent 1 et 3 n'ont pas besoin d'être soumises aux essais, car elles sont foncièrement identiques à celles du service continu.

NOTE 2 L'intervalle de temps, pendant lequel l'alimentation de la bobine de commande des contacteurs à maintien magnétique est maintenue, représente 60 % du coefficient de charge (voir 4.102.2)

La température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint dans les bobines du contacteur. Les bobines du contacteur doivent être soumises aux essais pendant une durée suffisante pour permettre à l'échauffement d'atteindre sa valeur en régime établi. En pratique, cette condition est atteinte lorsque la variation n'excède pas 1 K par heure. Au terme de ces essais, l'échauffement des différentes parties des bobines du contacteur ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées pour la classe d'isolants du Tableau 3 de la CEI 62271-1.

6.5.5.102 Essais d'échauffement des circuits auxiliaires

Les essais d'échauffement des circuits auxiliaires sont effectués dans les mêmes conditions que celles stipulées en 6.5.5.101.

Au terme de ces essais, l'échauffement des circuits auxiliaires ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées.

NOTE Lorsque l'effet mutuel de l'échauffement entre le circuit principal, les circuits de commande et les circuits auxiliaires est important, les essais d'échauffement sont effectués en même temps.

6.5.5.103 Échauffement des résistances de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances

L'échauffement des résistances ne doit pas dépasser les limites spécifiées par le constructeur des résistances, lorsque le démarreur est manœuvré à son régime assigné (voir 4.102) et conformément à ses caractéristiques de démarrage (voir 4.111).

Le courant traversant chaque section des résistances doit être thermiquement équivalent au courant pendant la durée de démarrage, lorsque le moteur contrôlé fonctionne avec le maximum de couple de démarrage et avec le temps de démarrage assigné au démarreur (voir 4.102 et 4.111); en pratique, le courant moyen pour cette section de la résistance peut être utilisé.

Les manœuvres de démarrage doivent être espacées de façon régulière dans le temps, selon le nombre de démarrages par heure.

L'échauffement des enveloppes et de l'air issu de celles-ci ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans le Tableau 3 de la CEI 62271-1. De plus, l'extérieur des enveloppes, ainsi que l'air provenant des grilles de ventilation des enveloppes entourant les résistances ne doivent pas subir un échauffement de plus de 200 K. Le constructeur doit fournir suffisamment d'informations à ce propos, conformément à l'Article 10.

NOTE Comme il n'est pas pratique de vérifier les performances des résistances de démarrage pour chaque combinaison de puissance fournie par le moteur et de tension et de courant du rotor, il est seulement demandé qu'un nombre suffisant d'essais soit effectué afin de démontrer, par interpolation ou par déduction, la conformité à la présente norme.

6.5.5.104 Échauffement de l'autotransformateur ou de la réactance pour les démarreurs à autotransformateur ou à réactance à deux étapes

L'échauffement de l'autotransformateur ou de la réactance ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans la norme applicable à ce composant (par exemple la CEI 60076-2 ou la CEI 60076-11:2004), majorées de 15 K (voir 4.4.101), lorsque le démarreur est utilisé à son régime assigné (voir 4.102). Aucun dommage ne doit en résulter pour l'autotransformateur ou pour la réactance.

Le courant traversant chaque enroulement de l'autotransformateur ou de la réactance doit être thermiquement équivalent au courant appelé lorsque le moteur contrôlé fonctionne avec un courant égal à six fois le courant d'emploi assigné I_e multiplié par:

$$0,8 \times \frac{\text{tension de démarrage}}{U_e} \text{ pendant une durée de 30 s (voir 4.2.102).}$$

Le cycle d'essais de fonctionnement doit être conforme aux cycles de service définis au 4.109.2.

Dans le cas d'un autotransformateur ou d'une réactance équipé de plusieurs prises, l'essai doit être effectué avec chaque prise produisant la perte de puissance maximale dans le transformateur ou la réactance.

Afin de faciliter l'essai, le moteur peut être remplacé par des impédances montées en étoile.

6.5.6 Interprétation des essais d'échauffement

Le paragraphe 6.5.6 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.6 Essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible

Le paragraphe 6.6 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant au 6.6.3.

Ces essais doivent être effectués sur des contacteurs auquel sera attribué un pouvoir de coupure en court-circuit pour une coordination avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits. Se référer également à 6.104.

La séparation des contacts d'un contacteur ou d'un démarreur ne constitue pas une défaillance de ces dispositifs. Le niveau des dommages acceptés doit être conforme à la classification attribuée selon 4.107.3.

NOTE Lorsque cela est applicable, des connexions rigides de résistance négligeable sont utilisées à la place des DPCC.

6.7 Vérification de la protection

Le paragraphe 6.7 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.8 Essais d'étanchéité

Le paragraphe 6.8 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 6.9 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.10 Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande

Le paragraphe 6.10 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.11 Procédure d'essai des rayonnements X pour les ampoules à vide

Le paragraphe 6.11 de la CEI 62271-1 est applicable.

6.101 Essais mécaniques

6.101.1 Vérification des limites de fonctionnement

Lorsqu'un contacteur ou un démarreur peut être livré sous différentes formes en fonction de l'utilisation (type ouvert, muni de divers types d'enveloppe, etc.), il convient que les essais ne soient effectués que sur un seul modèle désigné par le constructeur. Les détails concernant le type du démarreur et les conditions d'installation doivent faire partie du rapport d'essai.

On doit vérifier que le contacteur ou le démarreur accomplit un cycle de manœuvres de façon satisfaisante à chaque limite de tension spécifiée en 4.8 et dans les limites de température spécifiées, lorsque la bobine est mise sous tension ou hors tension assez longtemps pour assurer que le contacteur atteint ses positions extrêmes. Les essais doivent être effectués sans qu'aucun courant ne traverse le circuit principal.

Lorsque les essais sont effectués sur un contacteur ou un démarreur de moteur destiné à être installé en altitude, il peut être nécessaire de procéder à des réglages du mécanisme pour obtenir un fonctionnement correct. Se référer à 8.102.7.

6.101.2 Essais d'endurance mécanique

6.101.2.1 Conditions pour les essais

Le contacteur ou le démarreur doit être installé comme en service normal; en particulier, les conducteurs doivent être raccordés de la même manière que pour une utilisation normale.

Au cours de l'essai, il ne doit y avoir ni tension, ni courant dans le circuit principal. Le dispositif peut être lubrifié avant l'essai, si cela est prescrit en service normal.

6.101.2.2 Conditions de fonctionnement

Les enroulements des électro-aimants de commande doivent être alimentés à leur tension assignée et, si cela est applicable, à leur fréquence assignée.

Si une résistance ou une impédance est prévue en série avec les bobines, qu'elle soit ou non court-circuitée pendant le mouvement, les essais doivent être effectués avec ces éléments connectés comme en fonctionnement normal.

6.101.2.3 Procédure d'essais

Les essais sont effectués à la fréquence de manœuvres qui correspond à la classe de service intermittent. Cependant, si le constructeur pense que le dispositif peut satisfaire aux conditions requises lorsqu'une fréquence de manœuvres plus élevée est utilisée, il peut choisir cette fréquence afin de réduire la durée des essais.

La durée de mise sous tension de la bobine de commande doit être supérieure à la durée de la manœuvre du dispositif, et la durée pendant laquelle la bobine n'est pas sous tension doit être telle que le dispositif puisse s'immobiliser dans ses deux positions extrêmes.

Le nombre de cycles de manœuvres à effectuer ne doit pas être inférieur au nombre de cycles de manœuvres à vide spécifié au 4.105.

Le programme de maintenance prescrit par le constructeur doit être suivi.

Les travaux de maintenance ne doivent pas inclure de changement de pièces.

6.101.2.4 Résultats à obtenir

A l'issue des essais d'endurance mécanique, le contacteur ou le démarreur doit toujours être capable de satisfaire aux conditions de fonctionnement spécifiées en 4.8 et 6.101.1. La pureté de l'agent de coupure doit être confirmée en effectuant un essai de vérification d'état, tel que spécifié au 6.2.11.

Il ne doit pas y avoir de desserrage des pièces utilisées pour le raccordement des conducteurs.

Les résultats des essais concernant la pureté de l'agent de coupure doivent être inclus dans le rapport d'essai.

6.101.3 Essais des verrouillages

Le paragraphe 6.102 de la CEI 62271-200 est applicable aux démarreurs et aux combinés de démarrage avec la modification suivante de la première phrase du 6.102.2.

Le système de verrouillage doit être mis dans la position prévue pour empêcher la manœuvre des appareils de connexion, l'insertion ou le retrait des parties amovibles ou la manœuvre simultanée de deux appareils de connexion.

6.101.4 Essai sur le mécanisme du perceuteur

- a) Pour prouver la fiabilité des tringlages de liaison entre le ou les perceuteurs des fusibles et le déclencheur ou le témoin, un total de 100 manœuvres doit être effectué avec le type de perceuteur approprié, dont 90 (30 sur chaque pôle) avec un perceuteur d'énergie minimale et 10 avec trois perceuteurs d'énergie maximale, fonctionnant simultanément.

A l'issue de cette séquence d'essais, le fonctionnement mécanique des tringlages de liaison doit être pratiquement le même qu'avant les essais.

- b) Pour chaque pôle, tour à tour, on doit démontrer que le contacteur, soit ne peut être fermé, soit ne peut rester fermé du fait de sa conception, en utilisant un porte-fusible fictif avec un faux perceuteur réglé pour la course minimale dans les tolérances spécifiées par la CEI 60282-1.

NOTE Un dispositif simulant le fonctionnement du perceuteur peut être utilisé pour ces essais.

6.102 Vérification du pouvoir de établissement et de coupure assigné

6.102.1 Généralités

Les essais concernant la vérification du pouvoir de établissement et de coupure d'un contacteur sont prévus pour s'assurer que le dispositif est capable d'établir et de couper les courants indiqués dans le Tableau 6.

Les essais d'inversion et de changement d'état sont appliqués aux combinés de démarrage, comme il convient à chaque cas.

NOTE Certaines technologies de coupure peuvent avoir des durées d'arc prolongées pour les courants inférieurs à 0,2 fois le courant d'emploi assigné. Dans ce cas, des investigations supplémentaires peuvent être nécessaires afin de s'assurer que le contacteur fonctionnera d'une manière satisfaisante pour des applications telles que les combinés de démarrage inverseurs et à autotransformateurs.

Tableau 6 – Vérification des pouvoirs de établissement et de coupure assignés – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi à la tension assignée U_r

Catégorie	Établissement		Coupure			
			Courant coupé minimal assigné		Courant coupé maximal assigné	
	I_m/I_e^a	$\cos \varphi^b$	I_c/I_e	$\cos \varphi^b$	I_c/I_e	$\cos \varphi^b$
AC-1	1,5	0,95	0,2	0,95	1,5	0,95
AC-2	4	0,65	0,2	0,65	4	0,65
AC-3	8	0,35	0,2	0,15	8	0,35
AC-4 ^c	10	0,35	0,2	0,15	8	0,35
I_e Courant d'emploi assigné (voir 4.101)						
I_m Courant établi						
I_c Courant coupé						
^a Les conditions d'établissement sont exprimées en valeurs efficaces, mais il est entendu que la valeur de crête du courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut être une valeur plus élevée que la valeur de crête du courant efficace (voir 4.103.1.1, Note).						
^b Tolérance pour $\cos \varphi \pm 0,05$.						
^c Dans le cas de ré-accélération ou de freinage par inversion, il convient de noter que la tension et le courant peuvent être doublés à l'instant de l'établissement.						

Les vérifications du pouvoir de établissement et de coupure peuvent être effectuées au cours du même essai.

Pendant chaque séquence d'essais, des enregistrements oscillographiques (ou équivalents) doivent être effectués pour la première et la dernière opération (voir 4.103.1.1 et 4.103.1.2).

Pendant la durée des essais, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre les pôles, ni fusion de fusibles dans le circuit de terre (voir 6.102.2), ni soudure des contacts.

Les essais sont effectués seulement avec un courant du même type que le courant de service spécifié. En particulier, les dispositifs prévus pour être utilisés avec des charges triphasées doivent être soumis aux essais avec un courant triphasé; les essais monophasés de tels dispositifs ne sont pas couverts par la présente norme et doivent faire l'objet d'un accord spécial.

6.102.2 Conditions pour les essais

Le dispositif à soumettre aux essais doit être complet et monté sur son support ou sur un support équivalent. Un dispositif dont la performance peut être influencée par l'enveloppe qui l'entoure doit être soumis aux essais dans le même type d'enveloppe que celle dans laquelle il est prévu de l'installer.

Les contacteurs à coupure dans l'air prévus pour un montage ouvert ou destinés à être installés avec d'autres appareils dans une enveloppe, dont les dimensions sont importantes par rapport au volume du contacteur, doivent être entourés d'une enveloppe, lors de la vérification du pouvoir de établissement et de coupure. Cette enveloppe doit être fabriquée en grillage tissé brut ou en tôle d'acier doux perforée, et doit être assez épaisse pour assurer une rigidité suffisante. Les ouvertures individuelles dans le grillage tissé ou dans la tôle d'acier perforée ne doivent pas dépasser 100 mm² de surface. Les dimensions de l'enveloppe mise à la terre qui les entoure doivent être données pour indiquer la proximité des parties métalliques mises à la terre autorisées pour des applications ultérieures.

Les connexions au circuit principal et au circuit auxiliaire de commande doivent être semblables à celles qui sont prévues lorsque le dispositif est en service.

Pour la vérification du pouvoir de établissement et de coupure, toutes les parties du dispositif habituellement mises à la terre en service, y compris son enveloppe, doivent être raccordées au point neutre de l'alimentation ou à un neutre artificiel fortement inductif autorisant un courant de défaut présumé d'au moins 100 A. Ce raccordement doit inclure un dispositif fiable (par exemple un transformateur de courant associé à un fusible) pour la détection du courant de défaut et, si nécessaire, une résistance limitant la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.

6.102.3 Circuit d'essai pour la vérification du pouvoir de établissement et de coupure assigné

La source d'alimentation utilisée pour la vérification du pouvoir de établissement et de coupure doit avoir une puissance suffisamment élevée pour permettre la vérification des caractéristiques données dans le Tableau 6.

Le circuit d'essai est composé d'un côté source et d'un côté charge. La mise à la terre du circuit d'essai doit être réalisée conformément aux exigences du 6.103.3 de la CEI 62271-100:2008.

Les exigences concernant la TTR pour le côté source doivent être conformes à ce qui est stipulé au 6.104.5 de la CEI 62271-100:2008, pour la classe S1. Le côté charge doit être réglé de manière à donner un facteur d'amplitude et une fréquence de la TTR, lors de la coupure, comme suit:

$$\text{Facteur d'amplitude: } 1,4 \leq k_{af} \leq 1,6$$

$$\text{Fréquence: } f \geq 2\,000 \times I_c^{0,2} \times U_r^{-0,8} \quad (\text{kHz})$$

où les valeurs de I_c et U_r sont respectivement en ampères et en volts (voir Tableau 6).

La résistance et la réactance du circuit d'essai doivent être réglables afin de satisfaire aux conditions d'essai spécifiées. Les réactances doivent être dans l'air et raccordées en série avec les résistances, leur valeur doit être obtenue par un couplage en série des réactances individuelles. Le raccordement en parallèle des réactances est permis seulement lorsqu'elles ont pratiquement la même valeur de constante de temps. Une résistance shunt peut être raccordée aux bornes du montage des réactances.

L'impédance totale nécessaire pour régler le courant d'essai doit être répartie entre le côté source et le côté charge du dispositif. Cependant, l'impédance côté source ne doit pas être supérieure à 10 % de l'impédance totale du circuit d'essai. Lorsque cela est nécessaire pour les essais, un facteur d'amplitude, côté charge, supérieur à 1,6 doit être soumis à l'accord du constructeur.

6.102.4 Vérification du pouvoir de établissement assigné

Le courant établi, qui doit être atteint pendant l'essai, doit être conforme à ce qui est indiqué dans le Tableau 6 pour la catégorie d'utilisation appropriée.

Le nombre de manœuvres de établissement à réaliser est le suivant:

- a) pour les contacteurs ou pour les démarreurs des catégories d'emploi AC-3 ou AC-4, le nombre est de 100, dont 50 manœuvres à 85 % et 50 manœuvres à 110 % de la tension assignée de la bobine.
- b) pour les contacteurs ou pour les démarreurs des catégories d'emploi autres que AC-3 ou AC-4, le nombre est de 20, dont 10 manœuvres réalisées à 85 % et 10 manœuvres à 110 % de la tension assignée de la bobine.

La durée du courant d'essai ne doit pas être inférieure à 50 ms (dépassant ainsi le temps de rebondissement éventuel des contacts). L'intervalle de temps entre les manœuvres d'ouverture doit être noté dans le rapport d'essai.

6.102.5 Vérification du pouvoir de coupure assigné (minimal et maximal)

Le courant coupé à obtenir pendant l'essai doit être celui donné dans le Tableau 6 pour la catégorie d'utilisation applicable.

Le nombre total de manœuvres d'ouverture pour chacune des conditions de coupure minimale et maximale doit être de 25.

La durée du courant d'essai ne doit pas être inférieure à 50 ms et il convient que l'intervalle de temps entre les manœuvres d'ouverture soit noté dans le rapport d'essai.

La tension de rétablissement après chaque manœuvre doit être maintenue au moins pendant 0,3 s.

NOTE Il n'est pas nécessaire que la durée de chaque passage de courant dépasse 0,5 s.

6.102.6 Essais d'inversion

Dans le cas d'un démarreur-inverseur, l'essai suivant doit être effectué en plus des essais du pouvoir de établissement et de coupure de 6.102.3 et 6.102.4. Un démarreur neuf peut être utilisé pour vérifier la fonction d'inversion.

Le circuit d'essai doit être conforme à celui décrit en 6.102.3, et le courant doit être tel qu'il est indiqué dans le Tableau 6 pour la catégorie AC-4.

L'essai comprend dix séquences de manœuvres, chacune comprenant les deux cycles de manœuvres décrits ci-dessous:

- a) 1^{er} cycle: établissement de A – ouverture de A/ établissement de B – ouverture de B – temps de repos de 10 s à 30 s;
- b) 2^{ème} cycle: établissement de B – ouverture de B/ établissement de A – ouverture de A – temps de repos de 10 s à 30 s;

(A et B étant soit les deux appareils mécaniques de connexion du démarreur, soit les deux circuits d'un seul appareil de connexion).

Ces cycles sont répétés alternativement.

L'emploi d'une forme symbolique telle que "ouverture de A/ établissement de B" signifie que la manœuvre d'inversion indiquée doit être effectuée aussi rapidement que le permet le système normal de commande.

Pendant l'essai, le démarreur doit être manœuvré de la manière dont il est prévu de l'utiliser en service, et tout système de verrouillage mécanique ou électrique normalement prévu, doit être utilisé.

6.102.7 Essais de pouvoir de changement d'état

Dans le cas d'un démarreur à autotransformateur à deux étapes, l'essai suivant doit être effectué en complément des essais des pouvoirs de établissement et de coupure de 6.102.3 et 6.102.4. Un démarreur neuf peut être utilisé pour vérifier la fonction de changement d'état.

Le circuit d'essai doit être conforme à celui décrit en 6.102.3 et le courant à atteindre dans la position MARCHE doit être celui donné dans le Tableau 6 pour la catégorie AC-3. Le courant obtenu dans la position DÉMARRAGE doit être égal à celui dérivé de l'autotransformateur ou de la réactance. Lorsqu'un autotransformateur ou une réactance ont plusieurs tensions de sortie ou plusieurs prises en charge, ils doivent être raccordés pour donner le courant de démarrage maximal.

L'essai comprend 10 séquences de manœuvres, comme indiqué ci-après:

- établissement du courant dans la position DÉMARRAGE;
- passage à la position MARCHE;
- coupure du courant dans la position MARCHE;
- temps d'ARRÊT.

La valeur du temps en position FERMÉ, dans les positions DÉMARRAGE et MARCHE ne doit pas être inférieure à 0,05 s. La valeur du temps d'ARRÊT ne doit pas être supérieure à celle qui est stipulée au Tableau 7.

Le circuit de charge doit être raccordé au démarreur comme le seraient les enroulements d'un moteur. La position MARCHE est celle dans laquelle l'autotransformateur n'est pas en service et le moteur est raccordé directement à la tension assignée (U_T). Pendant l'essai, le démarreur doit être manœuvré de la manière dont il est prévu de l'utiliser en service, et tout système de verrouillage mécanique ou électrique normalement prévu, doit être utilisé.

Tableau 7 – Relation entre le courant coupé I_c et la valeur du temps d'ARRÊT

Courant coupé I_c A	Valeur du temps d'ARRÊT s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80

Les valeurs de temps d'ARRÊT peuvent être réduites après accord du constructeur.

6.102.8 Comportement pendant les essais de établissement, de coupure, d'inversion et de changement d'état

Pendant les essais réalisés dans les limites spécifiées des pouvoirs de établissement et de coupure, et avec le nombre de manœuvres spécifié, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles, ni fusion de fusible dans le circuit de terre (voir 6.102.2), ni soudure des contacts.

6.102.9 État après les essais de établissement et de coupure

Le contacteur doit être capable de fonctionner correctement après avoir exécuté le nombre de manœuvres requis pour l'essai aux pouvoirs de établissement et de coupure assignés (6.102.4 et 6.102.5).

Le contacteur doit être examiné après toute séquence d'essais. Ses parties mécaniques et ses isolateurs doivent être globalement dans le même état qu'avant la séquence d'essais. Un contrôle visuel est habituellement suffisant pour vérifier les propriétés isolantes. En cas de doute, l'essai de vérification d'état conforme au paragraphe 6.2.11 de la CEI 62271-1 est suffisant pour révéler les propriétés d'isolement.

De plus, le contacteur doit pouvoir être parcouru par son courant normal sans que son échauffement ne dépasse celui autorisé par le Tableau 3 de la CEI 62271-1. Si l'état des contacts ne peut pas être déterminé par une inspection visuelle, il sera nécessaire d'effectuer un essai d'échauffement supplémentaire.

Pour les contacteurs comportant des éléments interrupteurs hermétiquement étanches, l'essai de vérification d'état est obligatoire.

Dans le cas d'ampoules à vide la vérification d'état est à faire via leur résistance. Si la résistance aux bornes du contacteur a augmenté de plus de 20 %, ou si celle-ci, mesurée aux bornes des ampoules à vide, a augmenté de 100 %, cela reste admissible.

Une usure modérée des parties des dispositifs de coupure d'arc exposés à l'arc est admissible.

6.103 Essais de tenue aux courants de surcharge

Le courant de surcharge à obtenir pendant les essais doit être celui indiqué dans le Tableau 8, où I_e est sélectionné pour la catégorie d'utilisation choisie.

Les essais doivent être effectués en triphasé sur un contacteur ou sur un combiné de démarrage qui a été fermé normalement à la tension assignée de son dispositif de fermeture et tenu fermé ou accroché pendant la durée de chaque essai. La tension d'essai doit être suffisante pour disposer du courant requis dans tous les pôles simultanément, et cela pendant la durée spécifiée.

A l'issue de ces essais, le contacteur ou le combiné de démarrage doit être capable d'établir et de couper son courant d'emploi assigné à la tension assignée, même si sa tenue à la surcharge est diminuée.

Les contacts principaux doivent être dans un état tel, en particulier en ce qui concerne les brûlures, les surfaces de contact, les pressions de contact et leur liberté de mouvement, qu'ils puissent conduire le courant d'emploi assigné du contacteur ou du combiné de démarrage. La résistance du circuit principal doit être mesurée selon 6.4. Si cette résistance a augmenté de plus de 20 % et s'il n'est pas possible de vérifier l'état des contacts par une inspection visuelle, il sera alors nécessaire d'effectuer un essai d'échauffement supplémentaire.

Tableau 8 – Exigences concernant la tenue aux courants de surcharge

Courant pour l'essai	Durée de l'essai s
$15 \times I_e$	1
$6 \times I_e$	30

6.104 Essais d'établissement et de coupure de courants de court-circuit

6.104.1 Généralités

Ces essais doivent être effectués sur des contacteurs auquel sera attribué un pouvoir de coupure en court-circuit pour une coordination avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits.

6.104.2 Conditions pour les essais

Le dispositif à soumettre aux essais doit être complet et monté sur son support ou sur un support équivalent. Un dispositif dont la performance peut être influencée par l'enveloppe qui l'entoure doit être soumis aux essais dans le même type d'enveloppe que celle dans laquelle il est prévu de l'installer.

Les contacteurs à coupure dans l'air prévus pour un montage ouvert ou destinés à être installés avec d'autres appareils dans une enveloppe, dont les dimensions sont importantes par rapport au volume du contacteur, doivent être entourés d'une enveloppe, lors de la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure. Cette enveloppe doit être fabriquée en grillage tissé brut ou en tôle d'acier doux perforée, et doit être assez épaisse pour assurer une rigidité suffisante. Les ouvertures individuelles dans le grillage tissé ou dans la tôle d'acier perforée ne doivent pas dépasser 100 mm² de surface. Les dimensions de l'enveloppe mise à la terre qui les entoure doivent être données pour indiquer la proximité des parties métalliques mises à la terre autorisées pour des applications ultérieures.

Les connexions au circuit principal et au circuit auxiliaire de commande doivent être semblables à celles qui sont prévues lorsque le dispositif est en service.

Pour ces essais, toutes les parties du dispositif habituellement mises à la terre en service, y compris son enveloppe, doivent être raccordées au point neutre de l'alimentation ou à un neutre artificiel fortement inductif autorisant un courant de défaut présumé d'au moins 100 A. Ce raccordement doit inclure un dispositif fiable (par exemple un transformateur de courant

associé à un fusible) pour la détection du courant de défaut et, si nécessaire, une résistance limitant la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.

La tension de manœuvre au niveau de la bobine doit être de 100%.

Il doit être démontré que le dispositif fonctionnera à vide de manière satisfaisante dans les conditions ci-dessus. La course des contacts de coupure doit être enregistrée, si cela est réalisable.

Voir également les conditions correspondantes du 6.102 de la CEI 62271-100:2008.

6.104.3 Circuit d'essai

La mise à la terre du circuit d'essai doit être réalisée conformément aux exigences du 6.103.3 de la CEI 62271-100:2008.

Les exigences concernant la TTR doivent être conformes à celles stipulées au 6.104.5 de la CEI 62271-100:2008 pour un disjoncteur utilisé dans les systèmes de câbles (classe S1).

La résistance et la réactance du circuit d'essai doivent être réglables afin de satisfaire aux conditions d'essai spécifiées. Les réactances doivent être dans l'air et raccordées en série avec les résistances, leur valeur doit être obtenue par un couplage en série des réactances individuelles. Le raccordement en parallèle des réactances est permis seulement lorsqu'elles ont pratiquement la même valeur de constante de temps. Une résistance shunt peut être raccordée aux bornes du montage des réactances.

6.104.4 Essais d'établissement et de coupure en court-circuit

Au moins une manœuvre de fermeture et de coupure (CO) doit être réalisée.

Si trois manœuvres de fermeture et de coupure (CO) sont effectuées avec succès, à une valeur égale ou supérieure au courant d'intersection maximal du 6.106.3.3, il n'est alors pas nécessaire d'effectuer la séquence d'essais C du 6.106.3.3.

Les exigences d'essais doivent être conformes aux exigences correspondantes du 6.105 et du 6.106.4 de la CEI 62271-100:2008.

S'il y a lieu, le DPCC doit être remplacé par des connexions rigides d'impédance négligeable.

La tension de rétablissement après chaque manœuvre doit être maintenue au moins pendant 0,3 s.

6.104.5 Comportement pendant les essais d'établissement et de coupure en court-circuit

Pendant les essais, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre les pôles, ni fusion de fusibles dans le circuit de terre (voir 6.104.2), ni soudure des contacts.

6.104.6 Etat après les essais d'établissement et de coupure en court-circuit

Après les essais de fermeture et de coupure de court-circuit, le contacteur doit être capable de fonctionner de manière satisfaisante.

Le contacteur doit être examiné après toute séquence d'essais. Ses parties mécaniques et ses isolateurs doivent être globalement dans le même état qu'avant la séquence d'essais. Un contrôle visuel est habituellement suffisant pour vérifier les propriétés isolantes. En cas de doute, l'essai de vérification d'état conforme au paragraphe 6.2.11 de la CEI 62271-1 est suffisant pour révéler les propriétés d'isolement.

Pour les contacteurs comportant des éléments interrupteurs hermétiquement étanches, l'essai de vérification d'état est obligatoire.

Dans le cas d'ampoules à vide la vérification d'état est à faire via leur résistance. Si la résistance aux bornes du contacteur a augmenté de plus de 20 %, ou si celle-ci, mesurée aux bornes des ampoules à vide, a augmenté de 100 %, cela reste admissible.

Une usure modérée des parties des dispositifs de coupure d'arc exposés à l'arc est admissible.

6.105 Vérification des limites de fonctionnement et des caractéristiques des relais de surcharge

Lorsqu'un démarreur peut être livré sous différentes formes en fonction de l'utilisation (type ouvert, muni de divers types d'enveloppe, etc.), il convient que les essais ne soient effectués que sur un seul modèle désigné par le constructeur. Dans le cas d'essais exécutés à -5 °C sur des relais de surcharge compensés pour la température de l'air ambiant, les essais peuvent s'effectuer sur un démarreur sans enveloppe. Les détails concernant le type du démarreur et les conditions d'installation doivent faire partie du rapport d'essai.

Le démarreur doit être raccordé de la même façon qu'en service normal, en utilisant des câbles dont les sections doivent être choisies en fonction du réglage d'intensité du relais de surcharge, selon la correspondance donnée au Tableau 5 entre les sections et la valeur du courant d'emploi assigné.

Les caractéristiques de surcharge thermique doivent être vérifiées et il n'est nécessaire de le faire seulement que pour une valeur spécifiée de la température ambiante.

6.106 Vérification de la coordination avec les DPCC

La vérification des conditions générales de coordination selon 4.107 doit être effectuée comme décrit ci-après:

- pouvoir de coupure en court-circuit du DPCC: se référer aux résultats des essais de pouvoir de coupure effectués sur le DPCC conformément à la spécification correspondante;
- tenue aux courants de surcharge du DPCC: se référer aux résultats des essais de surcharge effectués séparément sur le DPCC conformément à la spécification correspondante;
- la coordination et le type de classification des dommages doit être vérifié au moyen des essais spécifiés de 6.106.1 à 6.106.3. De tels essais sont des essais de type spéciaux.

6.106.1 Conditions pour l'essai

6.106.1.1 État du combiné de démarrage avant l'essai

Le combiné de démarrage en essai doit être monté sur son propre support ou sur un support équivalent, et raccordé de la même manière qu'en service normal. Le démarreur doit être manœuvré comme cela est spécifié et, plus particulièrement, à 85 % des valeurs assignées du circuit de commande.

Il doit être démontré que le démarreur fonctionnera à vide de manière satisfaisante dans les conditions ci-dessus. La course des contacts de coupure doit être enregistrée, si cela est réalisable.

Les essais doivent être effectués sur le démarreur associé à un DPCC dont le courant assigné maximal est considéré par le constructeur comme convenable pour une utilisation avec le démarreur. Le relais de surcharge ou le déclencheur doit avoir le courant d'emploi assigné le plus faible associé à ce DPCC, et le réglage de temps le plus court, si cette valeur peut être ajustée. Les essais doivent être effectués à la température ambiante et sans charge préalable.

6.106.1.2 Fréquence

Le combiné de démarrage doit être soumis aux essais à la fréquence assignée avec une tolérance de $\pm 10\%$.

Cependant, pour faciliter les essais, quelques dérogations par rapport à la tolérance ci-dessus sont acceptables; par exemple, lorsque des combinés de démarrage prévus pour 50 Hz sont soumis aux essais à 60 Hz et vice versa, il convient d'interpréter les résultats avec prudence, en prenant en compte tous les faits significatifs, tels que le type de contacteur et le type d'essai effectué.

6.106.1.3 Facteur de puissance

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être déterminé par calcul à partir des valeurs des constantes du circuit ou par une mesure, et il doit être pris comme étant la moyenne des facteurs de puissance de toutes les phases.

6.106.1.4 Disposition des circuits d'essai

Pour les séquences d'essais A et B, le démarreur, associé au DPCC, doit être relié de préférence à un circuit ayant le point neutre de l'alimentation isolé et le court-circuit triphasé mis à la terre, comme cela est indiqué à la Figure 2. En variante, un circuit comme celui représenté à la Figure 3, peut être utilisé.

Les exigences concernant la TTR doivent être conformes à celles du Tableau 9.

Pour la séquence d'essais C, le circuit doit être celui représenté à la Figure 4. En variante, un circuit tel que celui représenté à la Figure 5, peut être utilisé. L'impédance nécessaire pour régler le courant d'essai à la valeur requise pour la séquence d'essais C doit être ajoutée du côté source du démarreur.

Pour un démarreur produisant une émission de flammes ou de particules métalliques, les essais doivent être effectués avec des écrans métalliques placés à proximité des parties actives et séparés d'elles par une distance spécifiée par le constructeur. Les écrans, le châssis et les autres parties habituellement mises à la terre doivent être isolés de la terre, mais raccordés à celle-ci par un dispositif approprié pouvant signaler un courant de fuite à la terre.

6.106.2 Valeurs pour les essais

Lorsqu'aucune tolérance n'est spécifiée, les essais doivent être effectués à des valeurs au moins aussi sévères que les valeurs spécifiées; les limites supérieures sont soumises à l'accord du constructeur.

6.106.2.1 Tension appliquée avant les essais d'établissement en court-circuit

La valeur moyenne de la tension appliquée entre les phases doit être égale à la tension d'emploi assignée. La différence entre cette moyenne et la tension appliquée entre chaque paire de phases ne doit pas dépasser 5 %.

6.106.2.2 Courant présumé

La valeur efficace de la composante alternative du courant présumé de court-circuit doit être mesurée un demi-cycle après l'établissement du court-circuit, au cours de l'essai pour déterminer la valeur du courant présumé.

La valeur efficace de la composante alternative, dans n'importe quelle phase, ne doit pas varier, par rapport à la moyenne, de plus de 10 %.

6.106.2.3 Courant coupé

Le courant coupé doit être la valeur efficace de la composante alternative mesurée à l'instant du début du processus d'interruption.

6.106.2.4 Tension transitoire de rétablissement (TTR)

La TTR présumée du circuit d'essai doit être déterminée par une méthode susceptible de provoquer l'oscillation et d'en permettre la mesure sans l'influencer. Elle doit être mesurée entre les bornes auxquelles le matériel en essai est raccordé, avec tous les dispositifs de mesure nécessaires, tels que des diviseurs de tension.

Pour les circuits triphasés, la TTR se réfère au premier pôle qui coupe, c'est-à-dire que c'est la tension entre les bornes d'un pôle ouvert, les deux autres pôles étant fermés, en utilisant un circuit d'essai conforme aux indications de 6.106.1.4.

La courbe de la TTR présumée d'un circuit d'essai est représentée par son enveloppe, tracée comme cela est indiqué sur la Figure 6, et par sa partie initiale.

L'onde de la TTR présumée du circuit d'essai doit satisfaire aux deux exigences suivantes:

Exigence a)

Son enveloppe ne doit jamais être située en dessous du tracé de référence spécifié.

NOTE Il est précisé que l'accord du constructeur est nécessaire pour fixer de combien l'enveloppe peut dépasser le tracé de référence spécifié.

Exigence b)

Sa partie initiale ne doit pas traverser le segment de droite spécifié définissant le retard.

Lorsque la TTR présumée prévue pour l'essai n'est pas une onde de fréquence unique, elle doit être définie par la méthode des deux paramètres (Figure 6). Les droites OBAC obtenues de cette façon doivent être au-dessus de la partie définie par l'axe des temps et la ligne de référence de la TTR spécifiée (Figure 7).

6.106.2.5 Tension de rétablissement à fréquence industrielle

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue entre les bornes du combiné de démarrage pendant un temps au moins égal à 0,3 s après l'extinction de l'arc.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle d'un circuit d'essai triphasé doit être la valeur moyenne de la tension de rétablissement à fréquence industrielle de toutes les phases, mesurée après l'extinction de l'arc. Cette valeur doit être fixée selon 6.106.2.6.

6.106.2.6 Mesures de la tension de rétablissement à fréquence industrielle

Les tensions de rétablissement à fréquence industrielle du circuit d'essai doivent être mesurées entre les bornes de chaque pôle du combiné de démarrage et pour chaque phase du circuit d'essai.

Les oscillogrammes de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doivent être mesurés une période après l'interruption, conformément à la Figure 8.

6.106.3 Séquences d'essais

Le combiné de démarrage en essai doit être disposé comme cela est indiqué en 6.106.1. Les paramètres d'essai doivent être conformes à 6.106.2, sauf pour 6.106.2.4 qui n'est pas applicable aux séquences d'essais A et B.

6.106.3.1 Séquence d'essais A – Essai de coupure à 100 %

Un essai de coupure doit être effectué avec le combiné de démarrage raccordé à une source d'alimentation capable de fournir un courant présumé maximal égal au courant de court-circuit assigné du combiné de démarrage, avec une tolérance de ${}_{0}^{+5}$ %.

Le facteur de puissance ne doit pas dépasser 0,15 en retard.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à la tension assignée divisée par $\sqrt{3}$.

NOTE Pour cet essai, le combiné de démarrage est en position fermée, comme en service normal. Le court-circuit sera établi par un moyen extérieur (voir 6.106.1.1 pour les paramètres concernant le circuit de commande).

6.106.3.2 Séquence d'essais B – Essai d'établissement à 100 %

Un essai d'établissement doit être effectué avec le combiné de démarrage raccordé à une source d'alimentation capable de fournir un courant présumé maximal égal au courant de court-circuit assigné du combiné de démarrage, avec une tolérance de ${}_{0}^{+5}$ %.

Le facteur de puissance ne doit pas dépasser 0,15 en retard.

NOTE 1 Pour cet essai, l'appareil mécanique de connexion établira le défaut (voir 6.106.1.1 pour les paramètres concernant le circuit de commande).

NOTE 2 La variabilité du temps de fermeture du contacteur ne permet pas de maîtriser avec précision l'établissement du contact, par conséquent, la commande de l'instant de fermeture sur l'onde de tension ne peut pas être appliquée.

6.106.3.3 Séquence d'essais C – Essais de coupure au voisinage du point d'intersection

Trois essais de coupure doivent être effectués pour vérifier la coordination de la protection assurée par le combiné de démarrage. L'intervalle entre deux essais consécutifs ne doit pas dépasser 3 minutes ou la durée minimale nécessaire au changement des éléments de remplacement, si cette durée est plus longue.

Pour cette séquence d'essais, la valeur du courant coupé doit être supérieure ou égale au courant d'intersection maximal, tel qu'il est déterminé à partir des courbes de coordination des DPCC de calibre assigné maximal et à partir des caractéristiques des relais de surcharge, pour un combiné de démarrage donné, avec un minimum de sept fois le courant d'emploi assigné (I_e) du combiné de démarrage (voir Figure 10).

Ces essais doivent être effectués avec le DPCC remplacé par des connexions rigides d'impédance négligeable et avec un circuit triphasé. La tolérance sur le courant coupé spécifié est de ${}_{0}^{+5}$ % et la composante continue dans une phase quelconque ne doit pas dépasser 20 % à l'instant de la séparation des contacts.

Le facteur de puissance du circuit, déterminé selon les indications de 6.106.1.3, doit être 0,2 à 0,3 en retard, si le courant coupé est supérieur à 400 A, ou 0,3 à 0,4 en retard, si le courant coupé est inférieur ou égal à 400 A.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à la tension d'emploi assignée du combiné, divisée par $\sqrt{3}$, tandis que la tension transitoire de rétablissement présumée doit être conforme aux indications du Tableau 9 et du 6.106.2.4.

L'essai peut être effectué avec un combiné de démarrage neuf.

Tableau 9 – Caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement

Tension assignée U_r	TTR valeur de crête u_c	Durée t_3	Vitesse d'accroissement u_c/t_3
kV	kV	μ s	kV/ μ s
2,5	4,3	70	0,061
3,6	6,2	80	0,077
5,0	8,6	90	0,096
7,2	12,4	104	0,119
12,0	20,6	120	0,172
15,0	25,7	132	0,195
17,5	30,0	143	0,210
24,0	41,2	175	0,235

NOTE Si le combiné de démarrage est destiné à être installé, par exemple, au voisinage de gros transformateurs et si des conditions peuvent se produire dans lesquelles il n'y a pas de charges en parallèle, la TTR peut avoir des valeurs plus sévères que celles données au Tableau 9 pour des courants inférieurs au courant coupé spécifié. Il convient de signaler de telles conditions au constructeur.

6.106.3.4 Méthode alternative pour les séquences d'essais A, B et C.

À la place de la séquence d'essais A (6.106.3.1), un essai de tenue au courant de crête doit être effectué avec les fusibles remplacés par des connexions rigides.

À la place de la séquence d'essais B (6.106.3.2), un essai de fermeture doit être effectué en utilisant le même circuit d'essai.

Dans les deux essais, le courant d'essai doit être coupé après un cycle et la valeur du courant de crête ne doit pas être inférieure à la valeur du maximum du courant coupé limité de crête du plus gros fusible avec lequel le contacteur est à associer et la tension appliquée doit être égale à la tension assignée.

Si trois manœuvres de fermeture et de coupure sont effectuées avec succès, suivant le 6.104.4, avec un courant égal ou supérieur au courant d'intersection maximal, la séquence d'essais C (6.106.3.3) n'est pas requise.

6.106.4 Comportement du démarreur pendant les essais

Pendant les essais, aucun défaut à la terre ne doit se produire pour les démarreurs sous enveloppe, ni aucune émission excessive de flammes ou de gaz qui pourrait être dangereuse pour l'utilisateur.

Pour un démarreur prévu pour un montage ouvert ou destiné à être installé avec d'autres appareils dans une enveloppe de grande dimension par rapport au volume du démarreur lui-même, les arcs et les flammes ne doivent pas se propager au-delà de l'aire de sécurité définie par le constructeur.

Tout remplacement de pièces au cours des séquences d'essais A et B doit se limiter aux remplacements autorisés par les types de classification a, b ou c définis en 4.107.3.

6.106.5 État du démarreur après l'essai

L'état du démarreur à l'issue des séquences d'essais A et B servira de base pour définir sa classification par rapport à l'un des types a, b ou c définis en 4.107.3.

A l'issue de la séquence d'essais C, il ne doit pas y avoir de détérioration matérielle notable, comme cela est indiqué en 4.107.3.

6.107 Essais d'endurance électrique

Les essais d'endurance électrique sont inclus dans les essais de type spéciaux. Un nombre d'essais permettant d'obtenir une courbe d'usure qui peut être extrapolée de façon sûre suffira, étant donné que les exigences de puissance et de temps pour un essai complet sont prohibitives.

Les courants établis et coupés et les tensions d'essai ont les valeurs indiquées au Tableau 10.

La majorité des essais d'endurance électrique peuvent, cependant, être effectués à n'importe quelle tension convenable au-dessus de la tension d'arc, avec le dispositif coupant au courant et au facteur de puissance, donnés par le Tableau 10. Avec cette tension réduite, on doit démontrer que la durée d'arc est du même ordre que celle mesurée lors de l'essai correspondant à la tension maximale. Un minimum de cinq essais doit être effectué à la tension pleine, à la fin de la série d'essais, pour s'assurer que la performance reste pratiquement inchangée. Conformément à l'Annexe A, des enregistrements oscillographiques ou équivalents de ces essais finaux doivent être effectués et consignés dans le rapport d'essai. Le nombre de manœuvres réalisées pour déterminer la courbe d'usure doit être consigné dans le rapport d'essai.

Après l'essai, le dispositif doit pouvoir satisfaire à toutes les conditions de fonctionnement spécifiées en 6.101.1 et supporter les essais diélectriques de 6.2, mais limités à l'application d'une tension n'excédant pas les niveaux spécifiés en 6.2.11 de la CEI 62271-1.

**Tableau 10 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge –
Conditions pour l'établissement et la coupure correspondant
aux diverses catégories d'emploi**

Catégorie	Établissement			Coupure		
	I_m/I_e ^a	U_r	$\cos \varphi$ ^b	I_c/I_e	U_{rec}/U_r	$\cos \varphi$ ^b
AC-1	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-2	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4 ^c	6	1	0,35	6	1	0,35
I_e	Courant d'emploi assigné (voir 4.101)					
I_m	Courant établi					
I_c	Courant coupé					
U_r	Tension assignée (voir 4.1)					
U_{rec}	Tension de rétablissement					
^a	Les conditions d'établissement sont exprimées en valeurs efficaces, mais il est entendu que la valeur de crête du courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut être une valeur plus élevée que la valeur de crête du courant efficace (voir Note du 4.103.1.1).					
^b	Tolérance pour $\cos \varphi$: $\pm 0,05$ %.					
^c	Dans le cas de ré-accélération ou de freinage par inversion, il convient de noter que la tension et le courant peuvent être doublés à l'instant de l'établissement.					

6.108 Essais d'établissement et de coupure de moteur à haute tension

Le paragraphe 6.114 de la CEI 62271-110 est applicable.

6.109 Essais d'établissement et de coupure de courants capacitifs

Le paragraphe 6.111 de la CEI 62271-100:200 s'applique avec les compléments suivants.

NOTE Pour la présente norme, les références aux disjoncteurs s'appliqueront aux contacteurs.

6.109.1 Cas d'application

Seuls les essais d'établissement et de coupure de courants de batterie de condensateurs (unique ou à gradins) sont applicables.

Les valeurs des courants capacitifs assignés d'établissement et de coupure doivent être données par le constructeur.

6.109.2 Généralités

Les essais concernant l'établissement et la coupure de courants de condensateurs doivent être réalisés conformément au paragraphe 6.111.9.1 de la CEI 62271-100:2008. L'équipement est classé selon sa performance de réamorçage pendant cet essai.

Les ré-allumages pendant les essais d'établissement et de coupure des courants capacitifs sont autorisés. Deux classes sont définies selon leurs performances de réamorçage (voir 3.4.113 et 3.4.114).

6.109.3 Caractéristiques des circuits d'alimentation

Le paragraphe 6.111.3 de la CEI 62271-100:2008 est applicable.

6.109.4 Mise à la terre du circuit d'alimentation

Le paragraphe 6.111.4 de la CEI 62271-100:2008 est applicable.

6.109.5 Caractéristiques du circuit capacitif à établir et à couper

Le paragraphe 6.111.5 de la CEI 62271-100:2008 est applicable.

6.109.6 Forme d'onde du courant

Le paragraphe 6.111.6 de la CEI 62271-100:2008 est applicable.

6.109.7 Tension d'essai

Le paragraphe 6.111.7 de la CEI 62271-100:2008 est applicable.

6.109.8 Courant d'essai

Les valeurs des courants capacitifs d'essais d'établissement et de coupure doivent être données par le constructeur.

6.109.9 Séquences d'essais

Le paragraphe 6.111.9 de la CEI 62271-100:2008 s'applique avec les compléments suivants.

Seules les séquences d'essais BC1 et BC2 et les conditions d'essai pour la classe C2 sont applicables dans le cadre la présente norme.

6.109.9.1 Conditions pour l'essai**6.109.9.1.1 Séquences d'essais pour les classes C1 et C2**

Le paragraphe 6.111.9.1.1 de la CEI 62271-100:2008 s'applique avec les compléments suivants.

Aucun essai de préconditionnement n'est nécessaire.

Il n'est pas demandé d'inverser les raccordements aux bornes entre la séquence d'essais 1 (BC1) et la séquence d'essais 2 (BC2).

6.109.9.1.2 Essais triphasés d'établissement et de coupure de courants de batteries de condensateurs (uniques ou à gradins)

Le paragraphe 6.111.9.1.4 de la CEI 62271-100:2008 s'applique avec le complément suivant.

NOTE Si le temps d'ouverture du contacteur fait obstacle à la commande précise de séparation des contacts, l'exigence concernant l'angle de fermeture ou/et les durées d'arc minimales peut être ignorée.

6.109.9.1.3 Essais monophasés d'établissement et de coupure de courants de batteries de condensateurs (uniques ou à gradins)

Le paragraphe 6.111.9.1.5 de la CEI 62271-100:2008 s'applique avec le complément suivant.

NOTE Si le temps d'ouverture du contacteur fait obstacle à la commande précise de séparation des contacts, l'exigence concernant l'angle de fermeture ou/et les durées d'arc minimales peut être ignorée.

6.109.10 Critères de classification

6.109.10.1 Classe C1

Le contacteur doit avoir réussi les essais, si cinq réamorçages, au plus, se produisent dans les conditions des séquences d'essais 1 (BC1) et 2 (BC2) données au 6.109.9.1.1.

6.109.10.2 Classe C2

Le contacteur doit avoir réussi les essais, si aucun réamorçage ne se produit dans les conditions des séquences d'essais 1 (BC1) et 2 (BC2) données au 6.109.9.1.1.

Si un réamorçage se produit pendant l'ensemble des séquences d'essais 1 (BC1) et 2 (BC2), les deux séquences d'essais doivent alors être répétées sur le même appareil, sans aucune maintenance. Si aucun nouveau réamorçage ne se produit pendant cette série d'essais supplémentaires, le contacteur doit avoir réussi les essais. Il ne doit pas y avoir de contournement/d'amorçage externe, ni de contournement/d'amorçage phase-terre.

7 Essais individuels de série

L'Article 7 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant.

Les essais individuels de série incluent aussi les essais de manœuvre conformément à 7.101 et les essais dépendant du type de démarreur conformément à 7.102.

7.1 Essai diélectrique du circuit principal

Le paragraphe 7.1 de la CEI 62271-1 est applicable.

7.2 Essais des circuits auxiliaires et de commande

Le paragraphe 7.2 de la CEI 62271-1 est applicable.

7.3 Mesurage de la résistance du circuit principal

Le paragraphe 7.3 de la CEI 62271-1 est applicable.

7.4 Essai d'étanchéité

Le paragraphe 7.4 de la CEI 62271-1 est applicable.

7.5 Contrôles visuels et du modèle

Le paragraphe 7.5 de la CEI 62271-1 est applicable.

7.101 Essais de fonctionnement

Les essais sont effectués afin de vérifier le fonctionnement de l'appareil dans les limites spécifiées en 4.8. Comme les contacts principaux sont dans un état neuf, il peut être nécessaire de modifier le chiffre relatif à la chute de tension minimale qui est spécifiée pour des contacts usés.

Pendant ces essais, on doit vérifier, en particulier, que les contacteurs s'ouvrent et se ferment correctement lorsque leurs dispositifs de manœuvre sont mis sous tension. On doit également vérifier que la manœuvre n'engendre aucune détérioration de l'appareil. S'il est prévu d'utiliser des DPCC (fusibles, par exemple), leur masse et leurs dimensions doivent être maximales.

Pour tous les combinés de démarrage, l'essai suivant doit être fait, lorsque c'est nécessaire:

- a) sous l'action simulée d'un percuteur de fusible d'énergie minimale: cinq manœuvres pour vérifier la fiabilité du témoin de fusion;
- b) à la tension maximale d'alimentation spécifiée: cinq cycles de manœuvres;
- c) à la tension minimale d'alimentation spécifiée: cinq cycles de manœuvres;
- d) pour les combinés de démarrage actionnés par déclencheur seulement, à la tension d'alimentation assignée: cinq cycles de manœuvres avec un circuit de déclenchement alimenté par la fermeture des contacts principaux.

Les essais a), b) et c) doivent être effectués sans passage du courant dans le circuit principal.

Pour les combinés de démarrage équipés de déclencheurs à maximum de courant, les déclencheurs doivent être réglés sur le repère minimal d'étalonnage de l'échelle de réglage de surintensité.

Pendant l'essai d), on doit démontrer que les déclencheurs à maximum de courant fonctionnent correctement à 110 %, au plus, de la valeur affichée sur l'échelle de réglage de surintensité.

NOTE Ce courant peut être fourni par une source d'alimentation basse tension appropriée ou injectée au secondaire des transformateurs de courant.

Pendant tous les essais individuels de série précédents, aucun réglage ne doit être fait. Aucun défaut de fonctionnement de l'appareil ne doit être toléré. Les positions "de fermeture" et "d'ouverture" doivent être atteintes au cours de chaque cycle de manœuvres pour les essais a), b) et c).

A l'issue des essais, le combiné de démarrage doit être examiné afin de vérifier qu'aucune pièce n'a subi de détérioration et que toutes les parties sont dans un bon état de fonctionnement.

Des essais doivent être effectués afin de vérifier le fonctionnement des relais de surcharge, s'ils sont fournis.

7.102 Essais dépendant du type de démarreur

7.102.1 Pour les démarreurs rotoriques à résistances

Des essais doivent être effectués afin de vérifier le fonctionnement correct des relais temporisés et l'étalonnage des autres dispositifs utilisés pour contrôler l'allure du démarrage.

La valeur des résistances de démarrage doit être vérifiée pour chaque étape, avec une tolérance de ± 10 %.

On doit également vérifier que les dispositifs permettant la coupure du circuit du rotor coupent tous les étages des résistances dans le bon ordre.

7.102.2 Pour les démarreurs à autotransformateurs à deux étapes

On doit vérifier que les tensions du circuit ouvert sur les prises terminales de l'autotransformateur sont conformes aux valeurs d'origine et que la séquence des phases aux bornes du moteur est correcte dans les deux positions, DÉMARRAGE et MARCHE, du démarreur.

7.102.3 Pour les démarreurs à réactance à deux étapes

On doit vérifier que l'impédance des prises terminales de la réactance est conforme aux valeurs d'origine et que la séquence des phases aux bornes du moteur est correcte, à la fois dans la position DÉMARRAGE et dans la position MARCHE du démarreur.

8 Guide pour le choix des contacteurs et des démarreurs de moteur selon le service

8.101 Généralités

Un contacteur ou un démarreur, ou encore un combiné de démarrage, qui convient pour un certain fonctionnement en service, est choisi dans les meilleures conditions en considérant les valeurs assignées particulières qu'exigent les conditions en charge normale et en cas de défaut.

La liste complète des caractéristiques assignées est donnée à l'Article 4. Les caractéristiques assignées particulières suivantes sont traitées dans le présent Article:

- tension assignée (U_r) 8.102.1
- niveau d'isolement assigné (U_d et U_p) 8.102.2
- fréquence assignée (f_r) 8.102.3
- pouvoir de coupure assigné en court-circuit (I_{sc}) 8.102.4

Pour les caractéristiques assignées qui ne sont pas couvertes par cet Article, il convient de se référer le cas échéant à l'Article 4 comme suit.

Caractéristiques assignées pour tous les contacteurs et tous les démarreurs

- courant de courte durée admissible assigné (I_k) 4.5
- valeur de crête du courant admissible assigné (I_p) 4.6
- durée de court-circuit assignée (t_k) 4.7
- tension d'alimentation assignée des dispositifs de manœuvre, et des circuits auxiliaires et de commande (U_a) 4.8
- fréquence d'alimentation assignée des dispositifs de manœuvre et des circuits auxiliaires 4.9
- courant d'emploi assigné (I_e) ou puissance d'emploi assignée 4.101
- services assignés 4.102
- caractéristiques assignées de charge et de surcharge 4.103
- catégorie d'utilisation 4.104
- endurance mécanique 4.105

Caractéristiques données sur demande

- courant thermique (I_{th}) 8.102.5
- endurance électrique 4.106
- coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits 4.107
- caractéristiques de coupure des moteurs 6.108

Caractéristiques dépendant du type de démarreur

- dispositifs automatiques d'inversion et dispositifs automatiques de commande de l'accélération 4.108
- caractéristiques des autotransformateurs de démarrage 4.109
- caractéristiques des réactances de démarrage 4.109

- caractéristiques des résistances de démarrage pour les démarreurs rotoriques à résistances 4.110

D'autres paramètres sont à considérer lors du choix d'un contacteur ou d'un démarreur de moteur, par exemple:

- conditions atmosphériques et climatiques locales 8.102.6
- utilisation à haute altitude 8.102.7
- coordination avec des fusibles limiteurs de courant tels que le DPCC 8.102.8
- degré de protection de l'enveloppe et des compartiments CEI 62271-200
- type d'appareillage sous enveloppe métallique CEI 62271-200

8.102 Choix des valeurs assignées et des caractéristiques en fonction des conditions de service

8.102.1 Choix de la tension assignée

Il convient de choisir la tension assignée du matériel afin qu'elle soit au moins égale à la tension maximale du système à l'endroit où il doit être installé.

Il convient de choisir la tension assignée parmi les valeurs normalisées données en 4.1.

Lors du choix de la tension assignée, il est recommandé de tenir compte également des niveaux d'isolement correspondants spécifiés en 4.2 (voir également 8.102.2).

8.102.2 Coordination des isolements

Il convient de choisir le niveau d'isolement assigné selon 4.2. Les valeurs données dans ces tableaux s'appliquent à la fois aux équipements pour l'intérieur et à ceux pour l'extérieur.

8.102.3 Fréquence assignée

Il convient que le constructeur soit consulté si un contacteur ou un démarreur de moteur est utilisé à toute autre fréquence que sa fréquence assignée (voir 4.3).

8.102.4 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit

Comme il est indiqué en 4.107, le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est le courant de court-circuit présumé maximal que le combiné de démarrage doit être capable d'interrompre dans les conditions d'emploi et de comportement prescrites dans la présente norme, dans un circuit ayant une tension de rétablissement à fréquence industrielle qui correspond à la tension assignée du combiné de démarrage.

Le courant de coupure assigné en court-circuit d'un combiné de démarrage est déterminé pour une grande part par celui du DPCC et doit être supérieur ou égal au niveau maximal prévu du courant de défaut à l'endroit du système de distribution où le combiné de démarrage sera placé. Lorsqu'on crée un tableau de distribution qui incorpore à la fois des disjoncteurs et des démarreurs, il convient que le courant de coupure assigné en court-circuit du tableau complet ait une seule valeur: celle du circuit dont les caractéristiques assignées sont les moins sévères. Cette caractéristique forme alors la base pour les essais de type de tenue aux courts-circuits des conducteurs du circuit principal du combiné de démarrage, c'est-à-dire, le jeu de barres et les connexions en amont du DPCC.

8.102.5 Courant thermique

Il convient de se référer à la CEI 60282-1 où l'on trouve des commentaires concernant le courant normal assigné des fusibles, comment le choisir et comment il peut être affecté par le montage des fusibles dans une enveloppe.

Le courant thermique d'un ensemble interrupteur-fusible est donné par le constructeur du combiné de démarrage sur la base d'informations obtenues lors des essais d'échauffement et dépend du type et des caractéristiques du contacteur et des fusibles. Il se peut qu'il soit nécessaire de réduire ce courant lorsque la température ambiante en service dépasse celle prescrite (voir 2.1 et 2.2 de la CEI 62271-1).

NOTE Le courant thermique d'un combiné de démarrage est habituellement inférieur au courant assigné des fusibles fixé par le fabricant et il est recommandé qu'il ne dépasse pas ce courant.

8.102.6 Conditions atmosphériques et climatiques locales

Il convient d'indiquer dans l'appel d'offres si le matériel est de type intérieur ou extérieur. Pour une utilisation à l'extérieur, on considère que le matériel sera placé dans une enveloppe appropriée. On considère également qu'à l'intérieur de cette enveloppe règnent des conditions d'intérieur normales. Si nécessaire, des mesures appropriées doivent être prises, une chaufferette ou une climatisation par exemple, pour permettre l'utilisation de composants courants pour l'intérieur. Ceci ne concerne pas les compartiments remplis de gaz.

8.102.7 Utilisation à haute altitude

Les conditions normales de service spécifiées à l'Article 2 de la CEI 62271-1 couvrent les appareillages de commande prévus pour une utilisation en dessous de 1 000 m.

L'installation à des altitudes supérieures à 1 000 m et jusqu'à 3 000 m est aussi admise dans la présente norme (2.2.1), mais il peut être nécessaire que le constructeur et l'utilisateur prévoient des variantes dans la conception pour des altitudes plus élevées, par exemple en ce qui concerne l'échauffement, le niveau d'isolement, les paramètres mécaniques, et qu'il fasse les réglages nécessaires.

8.102.8 Coordination avec des fusibles limiteurs de courant tels que le DPCC

L'objet de cette partie du guide, prise conjointement avec la publication qui traite des fusibles (CEI 60282-1), est de préciser les critères pour le choix d'un combiné contacteur et DPCC qui garantira un fonctionnement sûr, en utilisant les valeurs des paramètres établies pendant les essais conformes à la CEI 60282-1, à la CEI 60644 et à la présente norme.

La CEI 60644 s'applique principalement aux éléments de remplacement respectant les exigences de la CEI 60282-1, utilisés avec des moteurs à démarrage direct et prévus pour supporter les conditions normales de service, et au choix des éléments de remplacement avec une référence particulière au facteur K dans le cas de démarrages répétitifs.

Les séquences d'essai spécifiées dans la présente norme, ainsi que les indications jointes concernant leur application à d'autres combinaisons, couvrent la plupart des exigences des utilisateurs. Cependant, certains cas peuvent nécessiter des essais supplémentaires, par exemple pour justifier l'utilisation d'un fusible de remplacement par des essais de type effectués sur le combiné de démarrage à l'aide de fusibles dits à coupure intégrale fournis par un autre fabricant. Il convient que de tels essais fassent l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

8.102.8.1 Courant d'intersection

La valeur du courant d'intersection d'un combiné de démarrage dépend à la fois du temps d'ouverture par déclencheur du contacteur et de la caractéristique temps-courant du fusible. Comme son nom l'indique, c'est la valeur du courant de surcharge au-dessus de laquelle les fusibles prennent la relève de la fonction de coupure du courant à la place du déclencheur et du contacteur.

D'un point de vue pratique, le courant d'intersection maximal pour une application donnée est déterminé comme suit.

On superpose à la caractéristique temps-courant maximale de durée de pré-arc (basée sur une tolérance de courant de 6,5 %) du fusible (voir Figure 10) une durée égale à la durée minimale d'ouverture ou à la durée minimale de réponse, si la manœuvre est assurée par un relais de surintensité et/ou un dispositif temporisé. Le courant associé est la valeur du courant d'intersection et ne doit pas dépasser le courant d'intersection assigné, qui est le courant fixé par le fabricant du fusible et utilisé pour la séquence d'essais C (voir 6.106.3.3).

NOTE Dans ce paragraphe, on utilise une tolérance de courant de $\pm 6,5\%$ (c'est-à-dire $\pm 2\sigma$ de $\pm 10\%$). Cela est fondé sur la pratique courante.

8.102.8.2 Extension de la validité des essais d'établissement et de coupure

Il est reconnu qu'il n'est pas forcément pratique de soumettre aux essais toutes les combinaisons de contacteurs-fusibles et de faire des essais répétitifs sur les combinés de démarrage chaque fois que le fusible est changé. La présente norme spécifie donc des conditions permettant que la validité des essais de type de établissement et de coupure soit étendue pour couvrir les combinés contacteurs fusibles autres que ceux ayant subi des essais.

Le fabricant de fusibles ou l'utilisateur peuvent, sous leur propre responsabilité, profiter de cette extension et décider quels autres types de fusibles peuvent être valablement utilisés dans le combiné de démarrage.

Les principes sur lesquels sont basées les conditions d'extension de la validité des essais de établissement et de coupure sont les suivants:

- a) tout fusible ou fusible modifié utilisé dans un combiné de démarrage doit avoir été certifié selon la norme dont il relève. Cela est nécessaire, non seulement pour démontrer le fonctionnement correct du fusible, mais aussi pour fournir des données relatives au courant coupé limité et à I^2t de fonctionnement;
- b) le courant coupé limité et I^2t de fonctionnement du fusible ne doivent pas dépasser les valeurs du fusible en essai dans le combiné de démarrage, afin de s'assurer que les contacts du contacteur ne peuvent être soumis à des conditions non éprouvées;
- c) on doit utiliser le même type de percuteur de fusible (énergie fournie) que celui qui équipait le fusible soumis aux essais dans le combiné de démarrage, afin de s'assurer que le contacteur se déclenchera sans causer de détérioration (voir également 5.104).

8.102.8.3 Fonctionnement des fusibles

- a) Les trois fusibles installés dans un combiné de démarrage donné doivent être du même type et avoir la même valeur de courant, sinon le pouvoir de coupure du combiné de démarrage pourrait être défavorablement modifié.
- b) Il est vital pour le bon fonctionnement du combiné de démarrage que les fusibles soient installés avec les percuteurs correctement situés.
- c) Lorsqu'un combiné de démarrage a été manœuvré à la suite d'un défaut triphasé, il est possible que
 - 1) seuls deux des trois fusibles aient fonctionné;
 - 2) tous les fusibles aient fonctionné, mais que seul un percuteur sur trois ait été éjecté.Ce fonctionnement partiel d'un fusible sur trois peut se produire dans des conditions de service triphasées et n'est pas inhabituel.
- d) Lorsqu'un combiné de démarrage a fonctionné sans qu'il existe de signes apparents d'un défaut du système, l'inspection du ou des fusibles ayant fonctionné peut fournir une indication quant au type de courant de défaut et à sa valeur approximative. Il vaut mieux confier de telles investigations au fabricant de fusibles qui, en général, propose ce service à ses clients.
- e) Il est fortement recommandé de rebuter et de remplacer les trois fusibles lorsque le ou les fusibles dans un ou deux pôles d'un combiné de démarrage ont fonctionné. Si un ou

plusieurs éléments fusibles ont fondus, avec ouverture du circuit du fusible, ceci diminuera le courant minimal de coupure, si bien qu'il pourra se mettre en défaut à son courant d'emploi et brûler au niveau de son tube isolant, détruisant le combiné de démarrage. Un contrôle de résistance, dans la gamme des microhms, peut permettre de vérifier l'état de fonctionnement du fusible.

- f) Avant d'ôter ou de remplacer les fusibles, il convient que l'opérateur s'assure que le porte-fusible est déconnecté électriquement de toutes les parties du combiné de démarrage qui pourraient être encore sous tension. Cela est particulièrement important lorsqu'on ne peut voir si le porte-fusible est isolé.
- g) Il est recommandé, en particulier pour les catégories de détérioration les moins sévères, de vérifier que les contacts du contacteur ne se sont pas soudés ensemble.

9 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes

9.101 Renseignements à donner dans les appels d'offres et les commandes

Lors d'un appel d'offre ou d'une commande pour un contacteur ou pour un démarreur de moteur, il convient que le demandeur fournisse les informations suivantes:

- a) Précisions concernant les systèmes, c'est-à-dire tension nominale et maximale, fréquence, nombre de phases, et détails de mise à la terre du neutre.

Si le matériel est destiné à être utilisé dans des installations exposées à la foudre et/ou à des surtensions de manœuvre.

- b) Conditions de service, y compris les températures ambiantes minimales et maximales, ces dernières si elles sont supérieures à la valeur normale; classe d'altitude; et toutes conditions spéciales susceptibles d'exister ou de se produire, par exemple exposition inhabituelle à la vapeur d'eau, à l'humidité, aux fumées, aux gaz explosifs, à une poussière excessive ou à une atmosphère saline (voir 8.102.6 et 8.102.7).

Si le matériel peut être monté sur un dispositif mobile, si son support peut avoir une position inclinée, soit en permanence, soit passagèrement (c'est le cas des dispositifs installés sur des bateaux) ou s'il risque d'être exposé, en cours de service, à des chocs ou à des vibrations anormales.

Il convient que le demandeur fournisse des informations concernant le type et les dimensions de toutes connexions électriques spéciales avec d'autres appareils, afin que puissent être fournies les enveloppes et les bornes qui respectent les conditions d'installation et d'échauffement prescrites par la présente norme. Il convient de signaler si un fonctionnement silencieux est souhaité.

Si le matériel est susceptible d'être utilisé pour des applications qui n'entrent pas strictement dans le domaine d'application de la présente norme, par exemple la coupure de transformateurs.

- c) Il convient d'indiquer les caractéristiques applicables dont la liste est donnée dans le Tableau 1.

9.102 Renseignements à donner pour la coordination avec les DPCC à fusibles limiteurs de courant

Le constructeur du combiné de démarrage doit fournir, en plus des caractéristiques assignées, les informations suivantes:

- a) la dissipation de puissance maximale admissible du combiné de démarrage (voir d) du 6.5.3);
- b) le courant coupé limité maximal que le fusible a prouvé pouvoir gérer (voir 8.102.8.2);
- c) I^2t maximal que le fusible a prouvé pouvoir gérer (voir 8.102.8.2);

- d) le temps d'ouverture par fusible du contacteur et aussi, le cas échéant, le temps minimal d'ouverture par déclencheur du contacteur (voir 8.102.8.1);
- e) les types et les dimensions des fusibles susceptibles d'être utilisés dans le combiné de démarrage;
- f) le type de percuteur du fusible (moyen ou fort);
- g) l'agent de remplissage (type et quantité), s'il y a lieu;
Si un utilisateur souhaite se servir de fusibles d'un type différent de ceux qui sont listés en e) ci-dessus, mais de mêmes dimensions, il convient, qu'en plus de la consultation du guide d'application (Article 8), il demande au fabricant de fusibles les informations suivantes, conformément à la CEI 60282-1:
- h) la caractéristique I^2t (selon la CEI 60282-1);
- i) la caractéristique du courant coupé limité;
- j) le pouvoir de coupure assigné en court-circuit;
- k) le courant minimal de coupure assigné;
- l) la dissipation de puissance sous son courant assigné;
- m) la caractéristique temps-courant de durée de pré-arc;
- n) le type de percuteur du fusible (moyen ou fort).

10 Transport, stockage, installation, manœuvre et maintenance

L'Article 10 de la CEI 62271-1 est applicable avec le complément suivant.

Les fusibles à haute tension, quoique d'un aspect externe robuste, peuvent contenir des éléments fusibles relativement fragiles. En conséquence, il convient de conserver les fusibles dans leur emballage de protection jusqu'au moment où ils sont mis en place. Il convient de les manipuler au moins avec le même degré de précaution qu'un relais, un appareil de mesure ou tout autre appareil similaire. Lorsque les fusibles sont déjà montés dans un combiné de démarrage, il convient de les retirer provisoirement lors de la mise en place définitive de celui-ci.

11 Sécurité

L'Article 11 de la CEI 62271-1 est applicable.

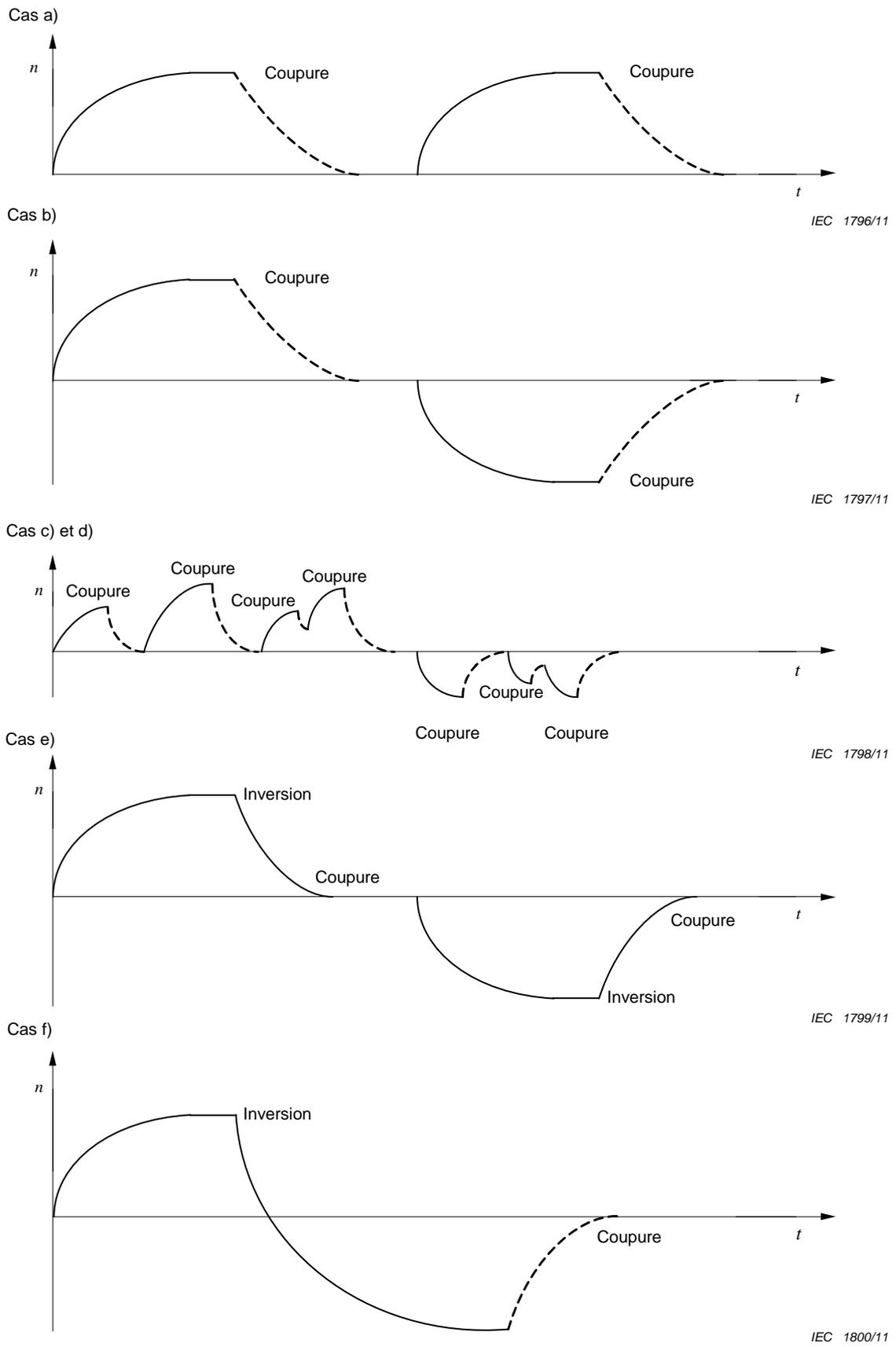


Figure 1 – Exemples de courbes vitesse/temps

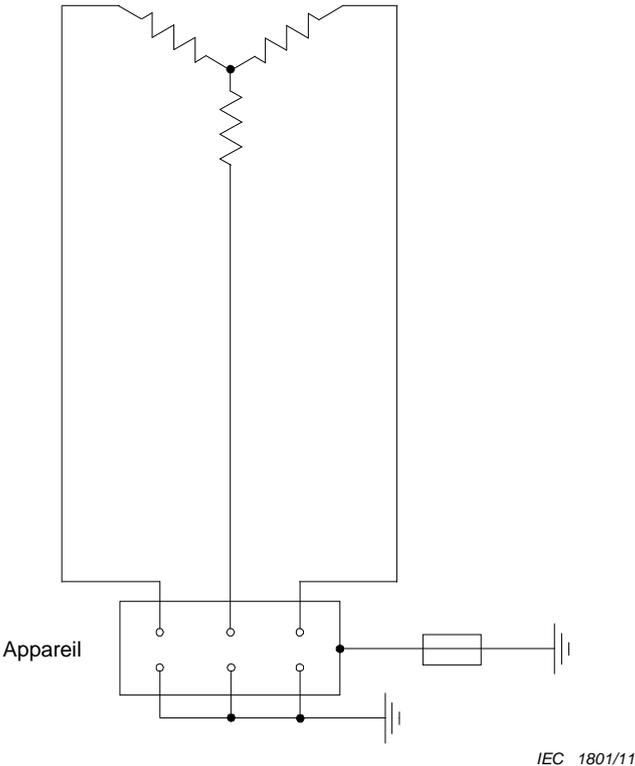


Figure 2 – Séquences d'essais A et B – mise à la terre recommandée

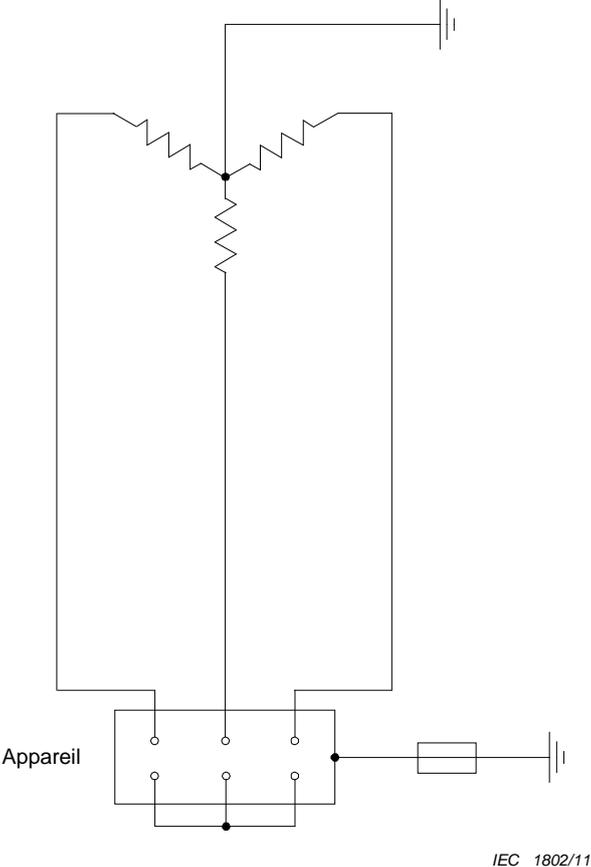


Figure 3 – Séquences d'essais A et B – variante de mise à la terre

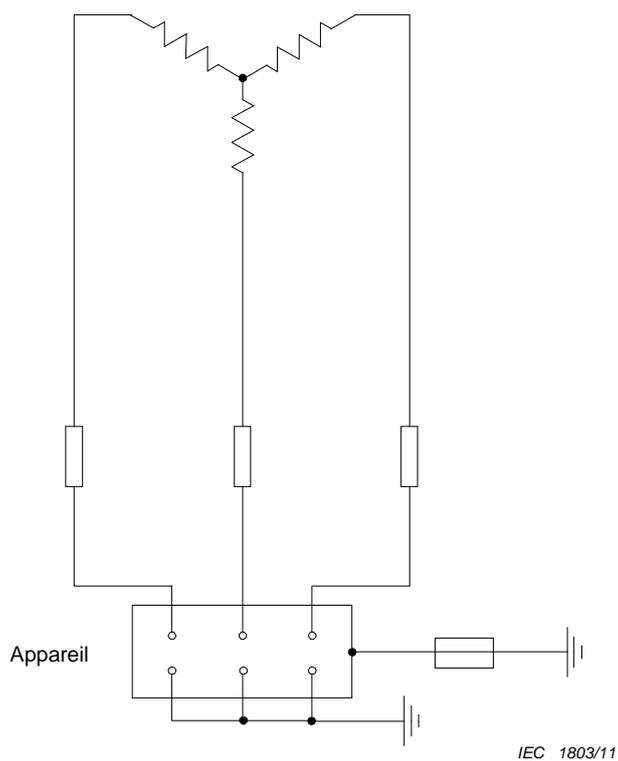


Figure 4 – Séquence d'essais C – mise à la terre recommandée

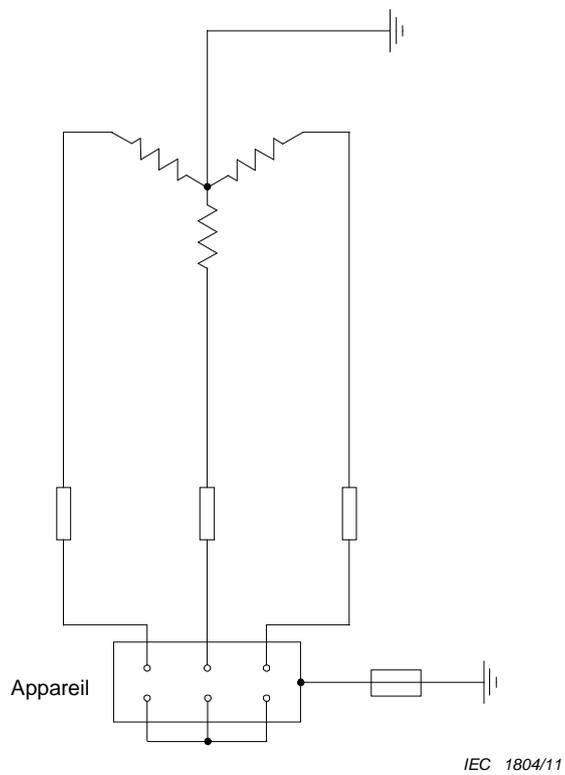
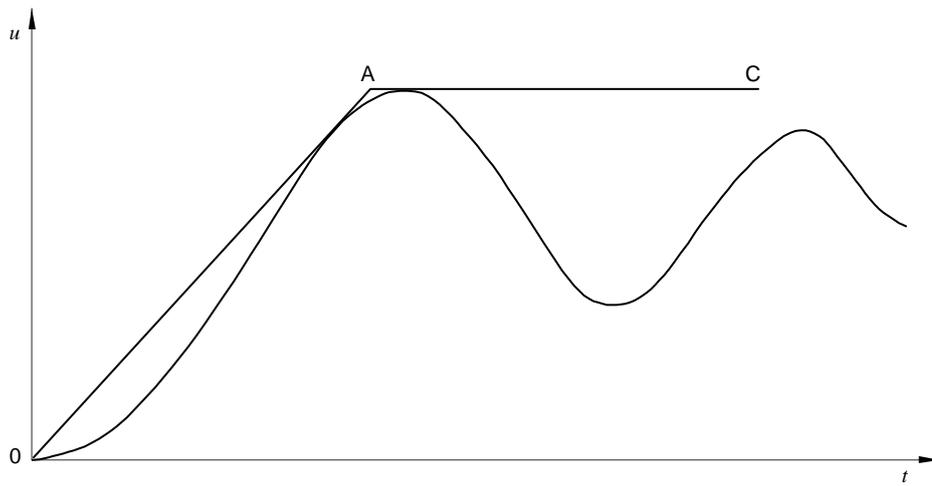
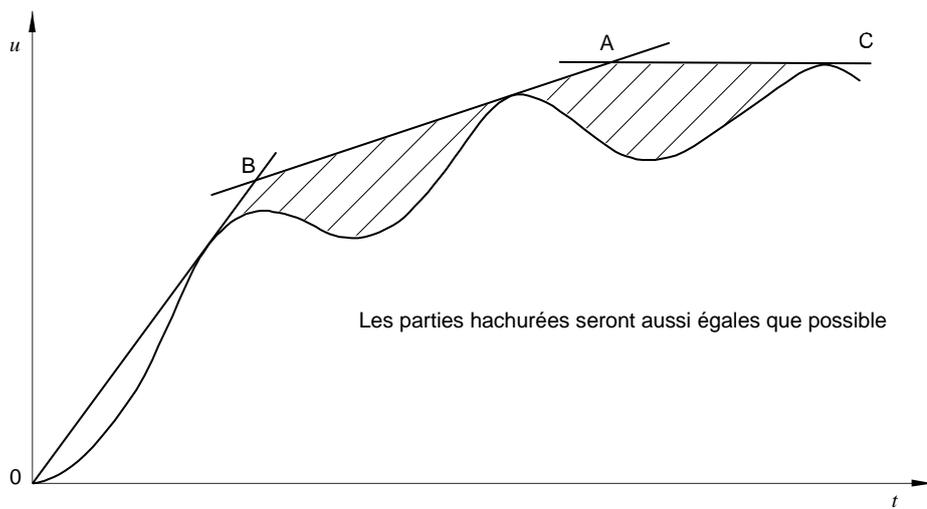


Figure 5 – Séquence d'essais C – variante de mise à la terre



IEC 1805/11

Figure 6 – Représentation par deux paramètres d'une TTR présumée d'un circuit



IEC 1806/11

Figure 7 – Représentation de la TTR spécifiée par un tracé de référence à deux paramètres et un segment définissant le retard

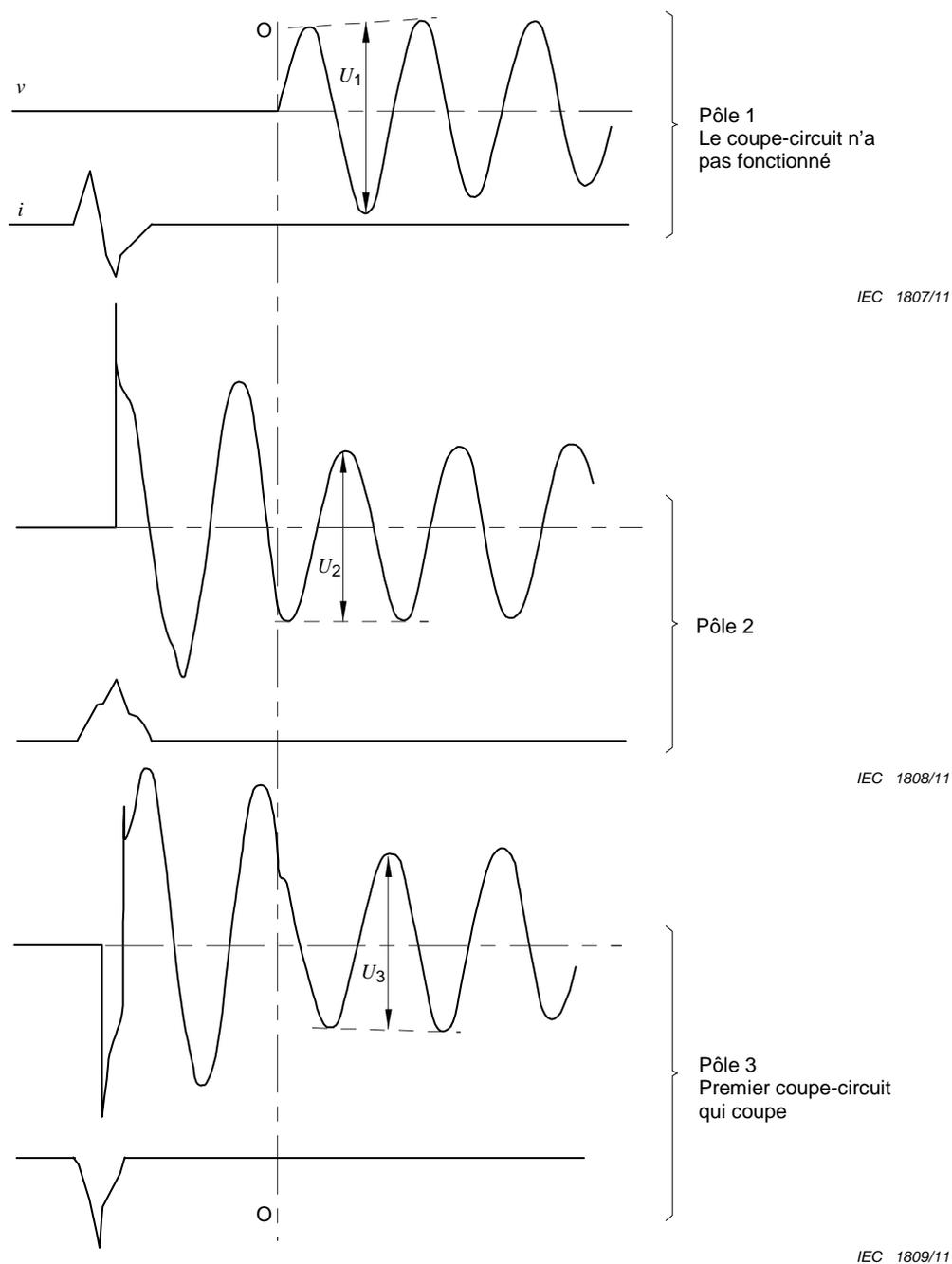
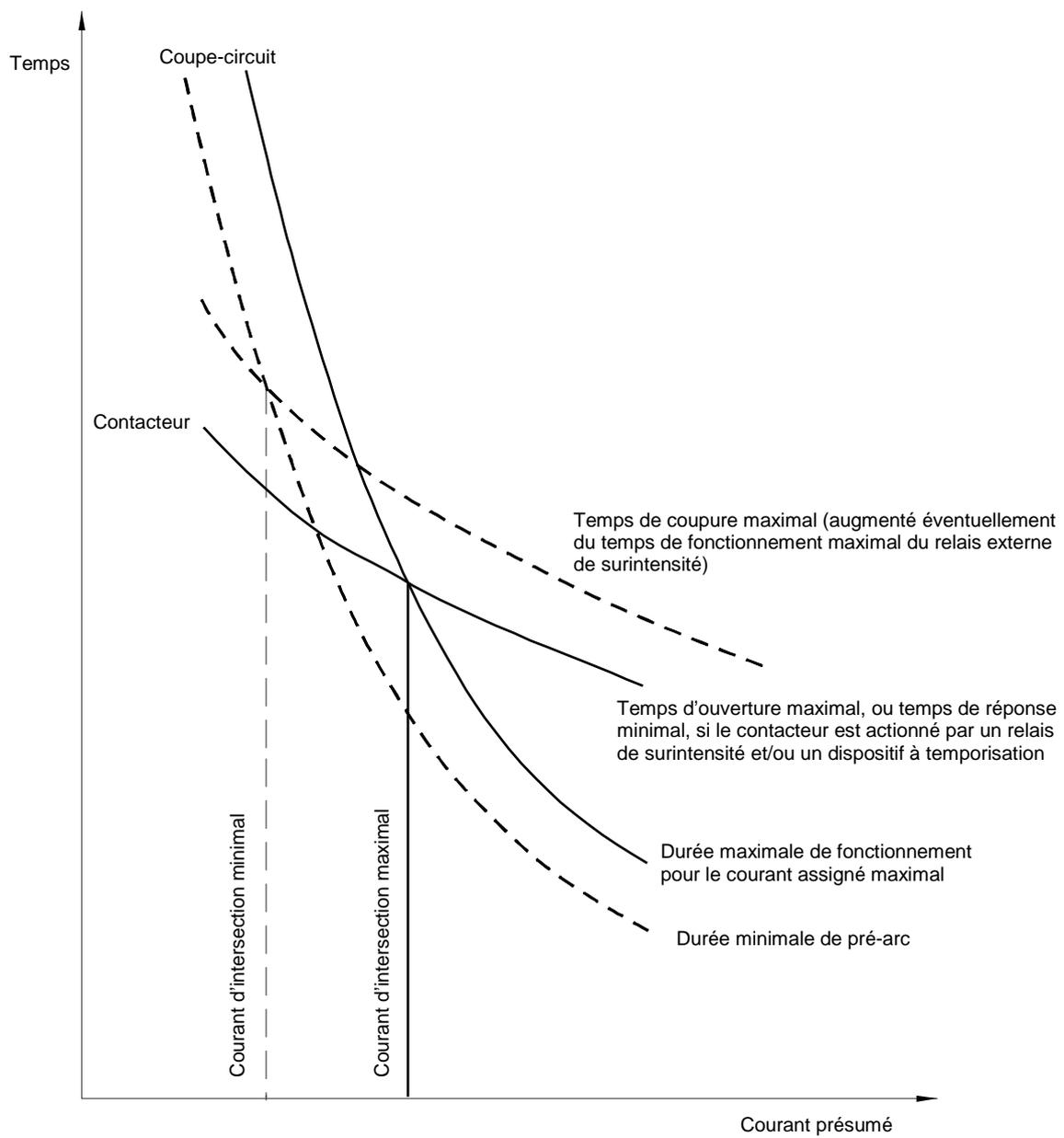


Figure 8 – Détermination de la tension de rétablissement à fréquence industrielle



IEC 1810/11

Figure 9 – Caractéristiques pour la détermination du courant d'intersection

Annexe A (normative)

Enregistrements et rapports d'essais de type pour l'établissement, la coupure et la tenue au courant de courte durée

A.1 Informations et résultats à enregistrer

Toutes les informations et tous les résultats concernant les essais de établissement, de coupure et de courant de courte durée doivent être inclus dans les rapports d'essais de type.

Sauf spécification contraire, des enregistrements oscillographiques ou équivalents doivent être faits pour toutes les opérations, conformément à l'Article A.2. Des reproductions représentatives doivent être incluses dans les rapports d'essais de type, y compris les événements anormaux, tels que les réamorçages. L'incertitude de chaque mesure (effectuée avec un oscillographe ou avec tout autre moyen similaire, y compris les équipements associés) des valeurs qui déterminent les caractéristiques assignées (par exemple, courant de court-circuit, tension appliquée et tension de rétablissement) doit être au maximum de $\pm 5\%$.

Il est recommandé que des photographies soient prises pour montrer l'état du contacteur avant et après une séquence d'essais.

Les rapports relatifs aux essais de type doivent indiquer les performances du contacteur au cours de chaque essai et son état après chaque séquence d'essais, pour autant qu'une inspection visuelle ait été faite, et à l'issue de la série des séquences d'essais. Ce rapport doit inclure les précisions suivantes:

- a) l'état du contacteur avec des précisions sur les éventuels remplacements ou réglages effectués, l'état des contacts, des dispositifs de contrôle de l'arc, du gaz (y compris les quantités perdues, si c'est le cas), un descriptif d'une éventuelle détérioration des chambres de coupure, des enveloppes, des isolateurs et des traversées;
- b) une description des performances pendant les séquences d'essais, y compris les observations concernant les émissions de gaz ou de flammes.

A.2 Informations à inclure dans les rapports

A.2.1 Généralités

- a) Date des essais
- b) Référence ou numéro du rapport
- c) Numéros des essais
- d) Numéros des oscillogrammes

A.2.2 Matériel soumis aux essais

- a) Type ou numéro d'identification
- b) Description (par le constructeur), incluant le nombre de pôles
- c) Constructeur
- d) Numéros des photographies
- e) Numéros des dessins

A.2.3 Caractéristiques assignées données par le constructeur

- a) Tension assignée

- b) Courant d'emploi assigné ou puissance de fonctionnement assignée
- c) Fréquence assignée
- d) Courant coupé:
 - 1) valeur efficace de la composante alternative du courant;
 - 2) pourcentage de la composante continue.
- e) Durée d'ouverture minimale
- f) Tension transitoire de rétablissement: valeur de crête et vitesse d'accroissement
- g) Courant établi (valeur de crête)
- h) Courant de courte durée admissible et sa durée
- i) Service assigné
- j) Plage des valeurs de la pression du gaz pour les manœuvres

A.2.4 Conditions d'essai (pour chaque séquence d'essais)

- a) Nombre de pôles
- b) Facteur de puissance
- c) Fréquence
- d) Neutre du générateur (à la terre ou isolé)
- e) Neutre du transformateur (à la terre ou isolé)
- f) Point de court-circuit ou neutre du côté charge (à la terre ou isolé)
- g) Schéma du circuit d'essai, y compris la ou les connexions à la terre

A.2.5 Essais d'établissement et de coupure

- a) Séquence de manœuvres et intervalles de temps
- b) Tension appliquée
- c) Courant établi (valeur de crête)
- d) Courant coupé:
 - 1) valeur efficace de la composante alternative pour chaque phase et valeur moyenne;
 - 2) pourcentage de la composante continue.
- e) Tension de rétablissement à fréquence industrielle
- f) Tension transitoire de rétablissement présumée:
 - 1) conformité à l'exigence a) de 6.104.5.1 de la CEI 62271-100:2008; les coordonnées de tension et de temps doivent être consignées;
 - 2) conformité à l'exigence b) de 6.104.5.1 de la CEI 62271-100:2008.
- g) Durée d'arc
- h) Durée d'ouverture
- i) Temps de coupure

Lorsque cela est applicable, on doit indiquer les temps de coupure jusqu'à l'instant d'extinction de l'arc.
- j) Comportement physique
 - 1) émission de flammes, de gaz, etc.;
 - 2) comportement, conditions et observations.

A.2.6 Essai de tenue aux courants de courte durée

- a) Courant:
 - 1) valeur efficace;
 - 2) valeur de crête.

- b) Durée
- c) Comportement physique

A.2.7 Manœuvres à vide

- a) Avant les essais de fermeture et de coupure
- b) Après les essais de fermeture et de coupure

A.2.8 Essais d'établissement et de coupure de courants capacitifs

- a) Tension d'essai, en kV
- b) Courant coupé dans chaque phase, en A
- c) Courant établi dans chaque phase, en kA
- d) Valeurs de crête de la tension entre phase et terre, en kV
 - 1) côté alimentation du combiné de démarrage;
 - 2) côté charge du combiné de démarrage.
- e) Nombre de réamorçages (le cas échéant), doit être noté
- f) Détails du réglage de l'instant d'établissement par rapport à l'onde de tension, durée d'arc en ms
- g) Temps de fermeture, en ms
- h) Temps d'établissement, en ms
- i) Durée d'ouverture, en ms
- j) Comportement du combiné de démarrage pendant les essais
- k) État après les essais

A.2.9 Enregistrements oscillographiques et enregistrements équivalents

Des oscillogrammes ou des enregistrements équivalents doivent permettre d'enregistrer la totalité des opérations. Les caractéristiques suivantes doivent être enregistrées. Certaines de ces caractéristiques peuvent être enregistrées indépendamment des oscillogrammes, et plusieurs oscillogrammes avec des échelles de temps différentes peuvent être nécessaires.

- a) Tension appliquée
- b) Courant dans chaque pôle
- c) Tension de rétablissement
- d) Courant dans la bobine de fermeture
- e) Courant dans la bobine d'ouverture
- f) Échelle de temps appropriée
- g) Course des contacts mobiles (si réalisable)

Tous les cas où les exigences de la présente norme ne sont pas rigoureusement respectées et tous les écarts par rapport à ces exigences doivent être indiqués explicitement au début du rapport d'essai.

Annexe B (normative) Tolérances

Tableau B.1 – Tolérances sur les grandeurs d'essai pour les essais de type

Paragraphe	Désignation des essais	Grandeur d'essai	Valeur d'essai spécifiée	Tolérances d'essai/ limites de la valeur d'essai	Référence à
6.2	Essais diélectriques				CEI 62271-1 CEI 60060 (série)
		Essais de tension à fréquence industrielle	Tension de tenue assignée de courte durée à fréquence industrielle	± 1 %	
		Fréquence	--	45 Hz à 65 Hz	
		Forme d'onde	Valeur crête / Valeur efficace = $\sqrt{2}$	± 5 %	
6.4	Essais de tension au choc de foudre	Valeur de crête	Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	± 3 %	
		Temps de montée (durée de front)	1,2 μ s	± 30 %	
		Temps à mi-valeur	50 μ s	± 20 %	
		Courant continu d'essai I_{dc}	--	$50 A \leq I_{dc} \leq$ courant assigné en service continu courant assigné en service continu si $I_r < 50 A + 10 \%$	CEI 62271-1
6.5	Essais d'échauffement	Vitesse de l'air ambiant	--	$\leq 0,5$ m/s	CEI 62271-1
		Fréquence du courant d'essai	Fréquence assignée	- 5 %, + 2 %	CEI 62271-1
		Courant d'essai	Courant assigné en service continu	0 %, + 2 %	CEI 62271-1
6.6	Essais aux courants de courte durée admissibles et à la valeur de crête du courant admissible	Fréquence d'essai	Fréquence assignée	± 10 %	CEI 62271-1
		Courant de crête (dans l'une des phases extrêmes)	Valeur de crête du courant admissible assigné	0 %, + 5 %	
		Moyenne de la composante alternative des trois phases du courant d'essai	Courant de courte durée admissible assigné	± 5 %	
		Composante alternative du courant d'essai dans chacune des phases / moyenne	1 p.u.	± 10 %	CEI 62271-1

Paragraphe	Désignation des essais	Grandeur d'essai	Valeur d'essai spécifiée	Tolérances d'essai/ limites de la valeur d'essai	Référence à
6.102	Vérification du pouvoir de établissement et de coupure assigné	Durée du courant de court-circuit	Durée du courant de court-circuit assignée	Voir la tolérance pour I^2t	CEI 62271-1
		Valeur de I^2t	Valeur assignée de I^2t	0 %, + 10 %	
		Moyenne de la composante alternative des courants de fermeture (efficace)	courant établi I_m	0 %, + 5 %	
		Composante alternative du courant de fermeture dans chacune des phases / moyenne	1 p.u.	± 10 %	
		Moyenne de la composante alternative des courants de coupure (efficace)	Courant de coupure I_c	0 %, + 5 %	
		Composante alternative du courant de coupure dans chacune des phases / moyenne	1 p.u.	± 10 %	
		Fréquence d'essai	Fréquence assignée	± 10 %	
		$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	± 0,05	
		Composante continue		< 20 %	
		Tension appliquée	U_r	0 %, + 10 %	CEI 62271-100:2008
		Tension de phase appliquée / moyenne (trois phases)	1 p.u.	± 5 %	
		Tension de rétablissement à fréquence industrielle (TR)	--	± 5 %	
		TR de tout pôle à la fin de la durée / moyenne	1 p.u.	± 20 %	
		Valeur de crête de la TTR	u_c	0 %, + 10 %	
		Vitesse d'accroissement de la TTR		0 %, + 15 %	
		Retard t_d		± 20 %	
		6.103	Essais de tenue aux courants de surcharge	Facteur d'amplitude	k_{af}
Fréquence	f			0 %, + 20 %	
Fréquence d'essai	f			± 10 %	CEI 62271-1
Courant de crête (dans l'une des phases extrêmes)	Valeur de crête du courant admissible assigné			0 %, + 5 %	
Moyenne de la composante alternative des trois phases du courant d'essai	Courant de courte durée admissible assigné			± 5 %	

Paragraphe	Désignation des essais	Grandeur d'essai	Valeur d'essai spécifiée	Tolérances d'essai/ limites de la valeur d'essai	Référence à
6.104	Essais d'établissement et de coupure de court-circuit	Composante alternative du courant d'essai dans chacune des phases / moyenne	--	± 10 %	
		Durée du courant de court-circuit	Durée du courant de court-circuit assignée	Voir les tolérances pour I^2t	
		Valeur de I^2t	Valeur assignée de I^2t	0 %, + 10 %	
		Moyenne de la composante alternative des courants de fermeture (efficace)	Courant de fermeture I_m	0 %, + 5 %	
		Composante alternative du courant de fermeture dans chacune des phases / moyenne	1 p.u.	± 10 %	
		Courant de crête de fermeture en court-circuit		0 %, + 5 %	
		Moyenne de la composante alternative des courants de coupure (efficace)	Courant de coupure I_c	0 %, + 5 %	
		Composante alternative du courant de coupure dans chacune des phases / moyenne	1 p.u.	± 10 %	
		Fréquence d'essai	Fréquence assignée	± 10 %	
		$\cos\phi$	$\cos\phi$	± 0,05	
		Composante continue		< 20 %	
		Tension appliquée		0 %, + 10 %	
		6.106	Vérification de la coordination avec les DPCC	Tension de phase appliquée / moyenne (trois phases)	1 p.u.
Tension de rétablissement à fréquence industrielle (RV)	--			± 5 %	
TR de tout pôle à la fin de la durée / moyenne	--			± 20 %	
Valeur de crête de la TTR				0 %, + 10 %	
Vitesse d'accroissement de la TTR				0 %, + 15 %	
	Retard t_d		± 20 %		
	Valeur de crête du courant présumé		0 %, + 5 %		

Paragraphe	Désignation des essais	Grandeur d'essai	Valeur d'essai spécifiée	Tolérances d'essai/ limites de la valeur d'essai	Référence à		
6.106.3.4		Moyenne de la composante alternative des courants présumés (efficace)	--	0 %, + 5 %			
		Composante alternative du courant présumé dans chacune des phases / moyenne	1 p.u.	± 10 %			
		Fréquence d'essai	Fréquence assignée	± 10 %			
		Tension appliquée	--	0 %, + 10 %			
		Tension de phase appliquée / moyenne (trois phases)	1 p.u.	± 5 %			
		Tension de rétablissement à fréquence industrielle (RV)	--	± 5 %			
		TR de tout pôle à la fin de la durée / moyenne	--	± 20 %			
		Valeur de crête de la TTR		0 %, + 10 %			
		Vitesse d'accroissement de la TTR		0 %, + 15 %			
		Retard t_d		+ 20 %			
		$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	± 0,05			
		Courant de crête / courant conventionnel de non-fusion	1 p.u.	0 %, + 5 %			
		6.107	Essais d'endurance électrique	Moyenne de la composante alternative des courants de fermeture (efficace)	Courant de fermeture I_m	0 %, + 5 %	
				Composante alternative du courant de fermeture dans chacune des phases / moyenne	1 p.u.	± 10 %	
Moyenne de la composante alternative des courants de coupure (efficace)	Courant de coupure I_c			0 %, + 5 %			
Composante alternative du courant de coupure dans chacune des phases / moyenne	1 p.u.			± 10 %			
Fréquence d'essai	Fréquence assignée			± 10 %			
	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	± 0,05				
	Composante continue	--	< 20 %				
	Tension appliquée	--	0 %, + 10 %				

Paragraphe	Désignation des essais	Grandeur d'essai	Valeur d'essai spécifiée	Tolérances d'essai/ limites de la valeur d'essai	Référence à
	essais	Tension de phase appliquée / moyenne (trois phases)	1 p.u.	$\pm 5 \%$	
		Tension de rétablissement à fréquence industrielle (RV)	--	$\pm 5 \%$	
		TR de tout pôle à la fin de la durée / moyenne	--	$\pm 20 \%$	
6.109	Essais d'établissement et de coupure de courants capacitifs	Variations de tension à fréquence industrielle: - pour BC1 - pour BC2 Décroissance de la tension de rétablissement 300 ms après l'extinction de l'arc Valeur efficace / Valeur efficace de la composante fondamentale Tension d'essai Fréquence de la tension de rétablissement Courant coupé / Courant coupé capacitif assigné Facteur d'amortissement du courant d'appel Courant de manœuvre d'une batterie de condensateurs à gradins: valeur de crête du courant d'appel à l'enclenchement Courant de manœuvre d'une batterie de condensateurs à gradins: fréquence du courant d'appel à l'enclenchement		$\leq 2 \%$ $\leq 5 \%$ $\leq 10 \%$ $\leq 1,2$ 0 %, + 3 % $\pm 2 \%$ 10 % à 40 % $\geq 100 \%$ $\geq 0,75$ $\pm 10 \%$	CEI 62271-100:2008
			Telle que spécifiée en 6.109.7		
			Fréquence assignée		
			BC1 BC2		
			BC2		
			BC2		Aussi proche que possible de la valeur requise. Ne doit pas être inférieure à 77 % de la condition de service et ne doit pas être supérieure à 6 000 Hz.

Annexe C
(informative)

Liste des symboles et des abréviations

Description	Symbole	Article / Paragraphe
Courant coupé	I_c	6.102.1
Courant à rotor bloqué	I_{lr}	4.111
Couple à rotor bloqué	T_{lr}	4.111
Courant établi	I_m	6.102.1
Facteur de puissance du circuit	$\cos\varphi$	6.102.1
Durée de court-circuit assignée	t_k	4.7
Fréquence assignée	f_r	4.3
Tension assignée de tenue à l'onde de choc de foudre	U_p	Tableau 1
Courant assigné en service continu	I_r	4.4.1
Courant d'emploi assigné	I_e	4.101
Valeur de crête du courant admissible assigné	I_p	4.6
Courant rotorique d'emploi assigné	I_{er}	4.101.1
Tension rotorique assignée	U_{ro}	4.1.101
Pouvoir de coupure assigné en court-circuit (courant)	I_{ba}	4.107
Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit (courant)	I_{ma}	4.107
Tension de tenue assignée de courte durée à fréquence industrielle	U_d	Tableau 1
Courant de courte durée admissible assigné	I_k	4.5
Tension de démarrage assignée	U_{tap}	4.2.102
Fréquence d'alimentation assignée des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	f_a	4.9
Fréquence d'alimentation assignée des dispositifs de manœuvre		
Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande	U_a	4.8
Tension assignée	U_r	4.1
Tension de rétablissement	U_{rec}	6.107
Courant thermique du rotor	I_{thr}	4.4.101.2
Courant thermique du stator	I_{ths}	4.4.101.1
Courant thermique	I_{th}	4.4.101
Facteur d'amplitude de la TTR	k_{af}	6.102.3
Valeur de crête de la TTR	u_c	6.106.3.3
Durée de la TTR	t_3	6.106.3.3

Bibliographie

CEI 60034-11, *Machines électriques tournantes – Partie 11: Protection thermique*

CEI 60050-441:1984, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

CEI 60050-442:1998, *Vocabulaire Électrotechnique International –Partie 442: Petit appareillage*

CEI 60060 (toutes parties), *Techniques des essais à haute tension*

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

CEI 60060-2, *Techniques des essais à haute tension – Partie 2: Systèmes de mesure*

CEI 60076-2, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Echauffement des transformateurs immergés dans le liquide*

CEI 60076-11:2004, *Transformateurs de puissance – Partie 11: Transformateurs de type sec*

CEI 60255-8, *Relais électriques – Partie 8: Relais électriques thermiques*

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

[CEI 61230, *Travaux sous tension – Équipements portables de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit*

CEI 61812-1, *Relais à temps spécifié pour applications industrielles – Partie 1: Prescriptions et essais*

IEC 62271-103, *Appareillage à haute tension – Partie 103: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV³*

CEI 62271-110:2009, *Appareillage à haute tension – Partie 110: Manœuvre de charges inductives*

³ A publier.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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