IEC 60947-4-1

Edition 3.1 2012-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters

Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques

IEC 60947-4-1:2009+A1:2012

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2012 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 Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de 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.

Liens utiles:

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

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

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

IEC 60947-4-1

Edition 3.1 2012-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters

Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX CT

ICS 29.120.99; 29.130.20

ISBN 978-2-8322-0222-7

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

CONTENTS

FOREWORD 6
INTRODUCTION (to amendment 1) 8

1 Scope and object 9
1.1 Scope 9
1.1.1 AC and DC contactors 9
1.1.2 AC motor-starters 9
1.2 Exclusions 11
1.3 Object 11
2 Normative references 12
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations 13
3.1 General 13
3.2 Alphabetical index of terms 13
3.3 Terms and definitions concerning contactors 15
3.4 Terms and definitions concerning starters 16
3.5 Terms and definitions concerning characteristic quantities 20
3.6 Symbols and abbreviations 20
4 Classification 21
5 Characteristics of contactors and starters 21
5.1 Summary of characteristics 21
5.2 Type of equipment 22
5.2.1 Kind of equipment 22
5.2.2 Number of poles 22
5.2.3 Kind of current (a.c. or d.c.) 22
5.2.4 Interrupting medium (air, oil, gas, vacuum, etc.) 22
5.2.5 Operating conditions of the equipment 22
5.3 Rated and limiting values for main circuits 22
5.3.1 Rated voltages 22
5.3.2 Currents or powers 24
5.3.3 Rated frequency 25
5.3.4 Rated duties 25
5.3.5 Normal load and overload characteristics 26
5.3.6 Rated conditional short-circuit current 28
5.3.7 Pole impedance of a contactor (*Z*) 29
5.4 Utilization category 29
5.4.1 General 29
5.4.2 Assignment of utilization categories based on the results of tests 29
5.5 Control circuits 31
5.6 Auxiliary circuits 31
5.7 Characteristics of relays and releases (overload relays) 31
5.7.1 Summary of characteristics 31
5.7.2 Types of relay or release 31
5.7.3 Characteristic values 32
5.7.4 Designation and current settings of overload relays 33
5.7.5 Time-current characteristics of overload relays 33
5.7.6 Influence of ambient air temperature 34

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices 34
5.9 Void 34
5.10 Types and characteristics of automatic change-over devices and automatic acceleration control devices 34
5.10.1 Types 34
5.10.2 Characteristics 34
5.11 Types and characteristics of auto-transformers for two-step auto-transformer starters 35
5.12 Types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters 35
6 Product information 35
6.1 Nature of information 35
6.1.1 Identification 36
6.1.2 Characteristics, basic rated values and utilization 36
6.2 Marking 37
6.3 Instructions for installation, operation and maintenance 37
7 Normal service, mounting and transport conditions 38
8 Constructional and performance requirements 38
8.1 Constructional requirements 38
8.1.1 General 38
8.1.2 Materials 38
8.1.3 Current-carrying parts and their connections 38
8.1.4 Clearances and creepage distances 38
8.1.5 Actuator 38
8.1.6 Indication of the contact position 39
8.1.7 Additional requirements for equipment suitable for isolation 39
8.1.8 Terminals 39
8.1.9 Additional requirements for equipment provided with a neutral pole 39
8.1.10 Provisions for protective earthing 39
8.1.11 Enclosures for equipment 39
8.1.12 Degrees of protection of enclosed equipment 40
8.1.13 Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits 40
8.2 Performance requirements 40
8.2.1 Operating conditions 40
8.2.2 Temperature rise 45
8.2.3 Dielectric properties 47
8.2.4 Normal load and overload performance requirements 48
8.2.5 Co-ordination with short-circuit protective devices 56
~~8.2.6 Void ..... 57~~
~~8.2.7 Additional requirements for combination starters and combination switching devices suitable for isolation ..... 57~~
8.3 Electromagnetic compatibility (EMC) 57
8.3.1 General 57
8.3.2 Immunity 57
8.3.3 Emission 58
9 Tests 58
9.1 Kinds of test 58
9.1.1 General 58
9.1.2 Type tests 59
9.1.3 Routine tests 59

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.1.4 Sampling tests 59
9.1.5 Special tests 60
9.2 Compliance with constructional requirements 60
9.2.1 General 60
9.2.2 Electrical performance of screwless-type clamping units 60
9.2.3 Ageing test for screwless-type clamping units 61
9.3 Compliance with performance requirements 61
9.3.1 Test sequences 61
9.3.2 General test conditions 62
9.3.3 Performance under no load, normal load and overload conditions 62
9.3.4 Performance under short-circuit conditions 73
9.3.5 Overload current withstand capability of contactors 78
9.3.6 Routine tests and sampling tests 78
9.4 EMC tests 79
9.4.1 General 79
9.4.2 Immunity 80
9.4.3 Emission 81

Annex A (normative) Marking and identification of terminals of contactors and associated overload relays 91
Annex B (normative) Special tests 95
Annex C Void 103
Annex D (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user 104
Annex E ~~(informative) Examples of control circuit configurations~~ (Void) 105
Annex F (normative) Requirements for auxiliary contact linked with power contact (mirror contact) 108
Annex G (informative) Rated operational currents and rated operational powers of switching devices for electrical motors 111
Annex H (normative) Extended functions ~~within~~ to electronic overload relays 115
Annex I (informative) AC1 contactors for use with semiconductor controlled motor loads 123
Annex J Void 124
Annex K (normative) Procedure to determine data for electromechanical contactors used in functional safety applications 125

Bibliography 134

Figure 1 – Typical curves of currents and torques during a star-delta start (see 1.1.2.2.1) 83
Figure 2 – Typical curves of currents and torques during an auto-transformer start (see 1.1.2.2.2) 84
Figure 3 – Typical variants of protected starters, combination starters, protected switching devices and combination switching devices 85
Figure 4 – Example of three-phase diagram of a rheostatic rotor starter with three starting steps and one direction of rotation (in the case when all the mechanical switching devices are contactors) 86
Figure 5 – Typical methods and diagrams of starting alternating-current induction motors by means of auto-transformers 87

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure 6 – Examples of speed/time curves corresponding to cases a), b), c), d), e) and f) of 5.3.5.5 (the dotted parts of the curves correspond to the periods when no current flows through the motor) 88

Figure 7 – Multiple of current setting limits for ambient air temperature compensated time-delay overload relays (see 8.2.1.5.1) 89

Figure 8 – Thermal memory test 89

Figure 9 – Example of a pole impedance measurement for a 3 pole contactor 90

Figure 10 – Voltage drop measurement at contact point of the clamping terminal 90

Figure B.1 – Examples of time-current withstand characteristic 102

Figure F.1 – Mirror contact 109

~~Figure H.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic of a ground/earth fault relay ..... 120~~

Figure K.1 – Plot of Weibull median rank regression 133

Table 1 – Utilization categories 30

Table 2 – Trip classes of overload relays 33

Table 3 – Limits of operation of time-delay overload relays when energized on all poles 43

Table 4 – Limits of operation of three-pole time-delay overload relays when energized on two poles only 44

Table 5 – Temperature rise limits for insulated coils in air and in oil 45

Table 6 – Intermittent duty test cycle data 47

Table 7 – Making and breaking capacities – Making and breaking conditions according to utilization category 49

Table 8 – Relationship between current broken I_C and off-time for the verification of rated making and breaking capacities 52

Table 9 – Operational current determination for utilization categories AC-6a and AC-6b when derived from AC-3 ratings 53

Table 10 – Conventional operational performance – Making and breaking conditions according to utilization category 54

Table 11 – Overload current withstand requirements 56

Table 12 – Specific acceptance criteria for immunity tests 58

Table 13 – Value of the prospective test current according to the rated operational current 75

Table 14 – EMC immunity tests 80

Table 15 – Conducted radio-frequency emission test limits 82

Table 16 – Radiated emission test limits 82

Table 17 – Value of the prospective test current according to the rated operational current (harmonized table) 75

Table B.1 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories 98

Table B.2 – Test conditions 101

Table F.1 – Test voltage according to altitude 110

Table G.1 – Rated operational powers and rated operational currents of motors 112

~~Table H.1 – Operating time of ground/earth fault relays ..... 117~~

Table K.1 – Failure mode of contactors 127

Table K.2 – Typical failure ratios for normally open contactors 131

Table K.3 – Example of 15 sorted ascending times to failure of contactors 132

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors 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.

This consolidated version of IEC 60947-4-1 consists of the third edition (2009) [documents 17B/1674/FDIS and 17B/1677/RVD] and its amendment 1 (2012) [documents 17B/1769/FDIS and 17B/1780/RVD]. It bears the edition number 3.1.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience. A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

International Standard IEC 60947-4-1 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition (2000) and its Amendments 1 (2002) and 2 (2005):

- deletion of the test at –5 °C and +20 °C for thermal overload relays that are not compensated for ambient air temperature;
- addition of conditions of the tests according to Annex Q of IEC 60947-1;
- EMC tests: clarification of acceptance criteria and alignment with IEC 60947-1 for fast transient severity level;
- Annex B, test for Icd: modification of the duration of the dielectric test voltage from 5 s to 60 s;
- Annex B, electrical durability: improvement of the statistical aspects;
- Annex H: clarification and introduction of new extended functions within electronic overload relays;
- Annex K, procedure to determine data for electromechanical contactors used in functional safety applications: creation of this new annex.

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

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

This standard shall be read in conjunction with IEC 60947-1, *Low voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*. The provisions of the general rules are applicable to this standard, where specifically called for.

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

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

INTRODUCTION
(to amendment 1)

This amendment includes the following significant technical changes with respect to the previous edition 3 (2009):

- introduction of the motor management starter;
- definitions and measurement method of the power consumption of the control circuit during holding and pick-up operations;
- measurement method of the pole impedance;
- requirements for screwless terminals;
- performance requirements for latched contactors;
- alignments to Amendment 1 of IEC 60947-1:2007;
- harmonisation with IEC 60947-2 of the operation tests of under-voltage relays and shunt releases;
- short-circuit tests harmonisation with North America;
- test requirements for utilisation AC-6b capacitor load;
- polarity for DC contactors;
- dielectric test method in presence of built-in varistor;
- addition of an extended function for electronic overload relay: control functions.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters

1 Scope and object

1.1 Scope

This part of IEC 60947 applies to the types of equipment listed in 1.1.1 and 1.1.2 whose main contacts are intended to be connected to circuits the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

Starters and/or contactors dealt with in this standard are not normally designed to interrupt short-circuit currents. Therefore, suitable short-circuit protection (see 9.3.4) forms part of the installation but not necessarily of the contactor or the starter.

In this context, this standard gives requirements for:

– contactors associated with overload and/or short-circuit protective devices;

– starters associated with separate short-circuit protective devices and/or with separate short-circuit and integrated overload protective devices;

– contactors or starters combined, under specified conditions, with their own short-circuit protective devices. Such combinations, e.g. combination starters or protected starters are rated as units.

For circuit-breakers and fuse-combination units used as short-circuit protective devices in combination starters and in protected starters, the requirements of IEC 60947-2 and IEC 60947-3 respectively apply.

Equipment covered by this standard is as follows.

1.1.1 AC and DC contactors

AC and DC contactors intended for closing and opening electric circuits and, if combined with suitable relays (see 1.1.2), for protecting these circuits against operating overloads which may occur therein.

NOTE For contactors combined with suitable relays and which are intended to provide short-circuit protection, the relevant conditions specified for circuit-breakers (IEC 60947-2) additionally apply.

This standard applies also to the actuators of contactor relays and to the contacts dedicated exclusively to the coil circuit of a contactor.

Contactors or starters with an electronically controlled electromagnet are also covered by this standard.

1.1.2 AC motor-starters

AC motor-starters (including motor management starter) 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.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

For overload relays for starters, including those based on electronic technology with or without extended functions according to Annex H, the requirements of this standard apply.

1.1.2.1 Direct-on-line (full voltage) a.c. starters

Direct-on-line starters intended to start and accelerate a motor to normal speed, to provide means for the protection of the motor and its associated circuits against operating overloads, and to switch off the supply from the motor.

This standard applies also to reversing starters.

1.1.2.2 Reduced voltage a.c. starters

Reduced voltage a.c. starters intended to start and accelerate a motor to normal speed by connecting the line voltage across the motor terminals in more than one step or by gradually increasing the voltage applied to the terminals, to provide means for the protection of the motor and its associated circuits against operating overloads, and to switch off the supply from the motor.

Automatic change-over devices may be used to control the successive switching operations from one step to the others. Such automatic change-over devices are, for example, time-delay contactor relays or specified time all-or-nothing relays, under-current devices and automatic acceleration control devices (see 5.10).

1.1.2.2.1 Star-delta starters

Star-delta starters intended to start a three-phase motor in the star connection, to ensure continuous operation in the delta connection, to provide means for the protection of the motor and its associated circuits against operating overloads, and to switch off the supply from the motor.

The star-delta starters dealt with in this standard are not intended for reversing motors rapidly and, therefore, utilization category AC-4 does not apply.

NOTE In the star connection, the starting current in the line and the torque of the motor are about one-third of the corresponding values for delta connection. Therefore, star-delta starters are used when the inrush current due to the starting is to be limited, or when the driven machine requires a limited torque for starting. Figure 1 indicates typical curves of starting current, of starting torque of the motor and of torque of the driven machine.

1.1.2.2.2 Two-step auto-transformer starters

Two-step auto-transformer starters, intended to start and accelerate an a.c. induction motor from rest with reduced torque to normal speed and to provide means for the protection of the motor and its associated circuits against operating overloads, and to switch off the supply from the motor.

This standard applies to auto-transformers which are part of the starter or which constitute a unit specially designed to be associated with the starter.

Auto-transformer starters with more than two steps are not covered by this standard.

The auto-transformer starters dealt with in this standard are not intended for inching duty or reversing motors rapidly and, therefore, utilization category AC-4 does not apply.

NOTE In the starting position, the current in the line and the torque of the motor related to the motor starting with rated voltage are reduced approximately as the square of the ratio (starting voltage):(rated voltage). Therefore, auto-transformer starters are used when the inrush current due to the starting is to be limited or when the driven machine requires a limited torque for starting. Figure 2 indicates typical curves of starting current, of starting torque of the motor and of torque of the driven machine.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

1.1.2.3 Rheostatic rotor starters

Starters intended to start an a.c. induction motor having a wound rotor by cutting out resistors previously inserted in the rotor circuit, to provide means for the protection of the motor against operating overloads and to switch off the supply from the motor.

~~In the case of asynchronous slip-ring motors (wound-rotors), the highest voltage between open slip-rings is not greater than twice the rated insulation voltage of the switching devices inserted in the rotor circuit (see 5.3.1.1.2).~~

~~NOTE This requirement is based on the fact that the electric stresses are less severe in the rotor than in the stator and are of short duration.~~

This standard applies also to starters for two directions of rotation when reversal of connections is made with the motor stopped (see 5.3.5.5). Operations including inching and plugging necessitate additional requirements and are subject to agreement between manufacturer and user.

This standard applies to resistors which are part of the starter or constitute a unit specially designed to be associated with the starter.

1.2 Exclusions

This standard does not apply to:

– d.c. starters;
– star-delta starters, rheostatic rotor starters, two-step auto-transformer starters intended for special applications and 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;
– auxiliary contacts of contactors and contacts of contactor relays. These are dealt with in IEC 60947-5-1.

1.3 Object

The object of this standard is to state:

a) the characteristics of contactors and starters and associated equipment;
b) the conditions applicable to contactors and starters 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;
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.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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 60034-1:2004, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60085:2007, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

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

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

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

IEC 60947-2:2006, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

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

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

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

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

IEC 61000-4-4:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6:Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61051-2:1991, *Varistors for use in electronic equipment – Part 2: Sectional specification for surge suppression varistors*

IEC 61439-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

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

IEC 61511 (all parts), *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector*

IEC 61513:2001, *Nuclear power plants –Instrumentation and control for systems important to safety – General requirements for systems*

IEC 61649:2008, *Weibull analysis*

IEC 61810-1:2008, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General requirements* (available in English only)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

CISPR 11:2003, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
Amendment 1 (2004)
Amendment 2 (2006)

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

3 Terms, definitions, symbols and abbreviations

3.1 General

For the purposes of this document, the terms and definitions of Clause 2 of IEC 60947-1, as well as the following terms, definitions, symbol and abbreviations apply.

3.2 Alphabetical index of terms

Reference

A

auto-transformer starter 3.4.5.2

C

closed transition (with an auto-transformer starter or star-delta starter) 3.4.23
combination starter 3.4.8
combination switching device 3.4.27
CO operation 3.5.2
contactor (mechanical) 3.3.1

D

direct-on-line starter 3.4.2

E

electromagnetic contactor 3.3.2
electromagnetic starter 3.4.10
~~electronic overload relay with current imbalance detection ..... H.2.2~~
~~electronic overload relay with ground/earth fault function ..... H.2.1~~
~~electronic overload relay with phase reversal function ..... H.2.4~~
~~electronic overload relay with under power detection ..... H.2.6~~
electronically energized coil of electromagnet 3.3.8
electro-pneumatic contactor 3.3.4
electro-pneumatic starter 3.4.13

H

holding power 3.3.9

I

inching (jogging) 3.4.24
~~inhibit current (I_{ic}) ..... H.2.7~~
inhibit time 3.4.30

J

jam sensitive (electronic overload) relay 3.4.29

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

L

latched contactor 3.3.5

M

manual starter 3.4.9
mirror contact F.2.1
motor management starter 3.4.31
motor-operated starter 3.4.11

N

n-step starter 3.4.16

O

O operation 3.5.3
open transition (with an auto-transformer starter or star-delta starter) 3.4.22

P

phase loss sensitive thermal overload relay or release 3.4.17
pick-up power 3.3.10
plugging 3.4.25
pneumatic contactor 3.3.3
pneumatic starter 3.4.12
position of rest (of a contactor) 3.3.7
protected starter 3.4.7
protected switching device 3.4.26

R

reduced voltage starter 3.4.5
reversing starter 3.4.3
rheostatic rotor starter 3.4.6.2
rheostatic starter 3.4.6
reostatic stator starter 3.4.6.1

S

single-step starter 3.4.14
stall sensitive (electronic overload) relay 3.4.28
star-delta starter 3.4.5.1
starter 3.4.1
starting time (of a rheostatic starter) 3.4.20
starting time (of an auto-transformer starter) 3.4.21

T

transient recovery voltage (abbreviation: TRV) 3.5.1
two-direction starter 3.4.4
two-step starter 3.4.15

U

under-current relay or release 3.4.18
under-voltage relay or release 3.4.19

V

vacuum contactor (or starter) 3.3.6

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.3 Terms and definitions concerning contactors

3.3.1
(mechanical) contactor
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 1 Contactors may be designated according to the method by which the force for closing the main contacts is provided.

[IEV 441-14-33]

NOTE 2 The term "operated otherwise than by hand" means that the device is intended to be controlled and kept in working position from one or more external supplies.

NOTE 3 In French, a contactor the main contacts of which are closed in the position of rest is usually called a "rupteur". The word "rupteur" has no equivalent in the English language.

NOTE 4 A contactor is usually intended to operate frequently.

3.3.2
electromagnetic contactor
contactor in which the force for closing the normally open main contacts or opening the normally closed main contacts is provided by an electromagnet

NOTE The electromagnet may be electronically controlled.

3.3.3
pneumatic contactor
contactor in which the force for closing the normally open main contacts or opening the normally closed main contacts is provided by a device using compressed air, without the use of electrical means

3.3.4
electro-pneumatic contactor
contactor in which the force for closing the normally open main contacts or opening the normally closed main contacts is provided by a device using compressed air under the control of electrically operated valves

3.3.5
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 1 The latching, and the release of the latching, may be mechanical, electromagnetic, pneumatic, etc.

NOTE 2 Because of the latching, the latched contactor actually acquires a second position of rest and, according to the definition of a contactor, it is not, strictly speaking, a contactor. However, since the latched contactor in both its utilization and its design is more closely related to contactors in general than to any other classification of switching device, it is considered proper to require that it complies with the specifications for contactors wherever they are appropriate.

[IEV 441-14-34]

3.3.6
vacuum contactor (or starter)
contactor (or starter) in which the main contacts open and close within a highly evacuated envelope

3.3.7
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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

[IEV 441-16-24]

3.3.8
electronically ~~energized coil of~~ controlled electromagnet
electromagnet in which the coil is ~~energized~~ controlled by a circuit with active electronic elements

3.3.9
holding power (of a contactor)
power needed to maintain the operation of the electromagnet

3.3.10
pick-up power (of a contactor)
power needed to operate the contactor from the de-energized state to the energized state

3.4 Terms and definitions concerning starters

3.4.1
starter
combination of all the switching means necessary to start and stop a motor in combination with suitable overload protection

[IEV 441-14-38, modified]

3.4.2
direct-on-line starter
starter which connects the line voltage across the motor terminals in one step

[IEV 441-14-40]

3.4.3
reversing starter
starter intended to cause the motor to reverse the direction of rotation by reversing the motor primary connections while the motor may be running

3.4.4
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

3.4.5
reduced voltage starter
starter which connects the line voltage across the motor terminals in more than one step or by gradually increasing the voltage applied to the terminals

3.4.5.1
star-delta starter
starter for a three-phase induction motor such that in the starting position the stator windings are connected in star and in the final running position they are connected in delta

[IEV 441-14-44]

3.4.5.2
auto-transformer starter
starter for an induction motor which uses for starting one or more reduced voltages derived from an auto-transformer

[IEV 441-14-45]

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE An auto-transformer is defined as follows in 3.1.2 of IEC 60076-1: “A transformer in which at least two windings have a common part."

3.4.6
rheostatic starter
starter utilizing one or several resistors for obtaining, during starting, stated motor torque characteristics and for limiting the current

[IEV 441-14-42]

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 stator or rotor circuit;

– the mechanical switching devices for cutting out the resistor(s) successively.

3.4.6.1
rheostatic stator starter
rheostatic starter for a squirrel cage motor which, during the starting period, cuts out successively one or several resistors previously provided in the stator circuit

3.4.6.2
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

[IEV 441-14-43]

3.4.7
protected starter
equipment consisting of a starter, a manually-operated switching device and a short-circuit protective device, rated as a unit by the manufacturer

NOTE 1 The protected starter may or may not be enclosed.

NOTE 2 In the context of this standard, the term “manufacturer“ means any person, company or organization with ultimate responsibility as follows:

– to verify compliance with the appropriate standard;

– to provide the product information according to Clause 6.

NOTE 3 The manually operated switching device and the short-circuit protective device may be just one device and may also incorporate the starter overload protection.

3.4.8
combination starter (see Figure 3)
equipment consisting of a protected starter incorporating an isolating function

NOTE Also called "combination motor controller".

3.4.9
manual starter
starter in which the force for closing the main contacts is provided exclusively by manual energy

[IEV 441-14-39]

3.4.10
electromagnetic starter
starter in which the force for closing the main contacts is provided by an electromagnet

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.4.11
motor-operated starter
starter in which the force for closing the main contacts is provided by an electric motor

3.4.12
pneumatic starter
starter in which the force for closing the main contacts is provided by using compressed air, without the use of electrical means

3.4.13
electro-pneumatic starter
starter in which the force for closing the main contacts is provided by using compressed air under the control of electrically operated valves

3.4.14
single-step starter
starter in which there is no intermediate accelerating position between the OFF and ON positions

NOTE This starter is a direct-on-line starter.

3.4.15
two-step starter
starter in which there is only one intermediate accelerating position between the OFF and ON positions

EXAMPLE A star-delta starter is a two-step starter.

3.4.16
***n*-step starter** (see Figure 4)
starter in which there are (*n*-1) intermediate accelerating positions between the OFF and ON positions

[IEV 441-14-41]

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

3.4.17
phase loss sensitive thermal overload relay or release
multipole thermal overload relay or release which operates in the case of overload and also in case of loss of phase in accordance with specified requirements

3.4.18
under-current relay or release
measuring relay or release which operates automatically when the current through it is reduced below a predetermined value

3.4.19
under-voltage relay or release
measuring relay or release which operates automatically when the voltage applied to it is reduced below a predetermined value

3.4.20
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 also takes into account the last period of acceleration following the switching operation to the ON position.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.4.21
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 also takes into account the last period of acceleration following the switching operation to the ON position.

3.4.22
open transition (with an auto-transformer starter or star-delta starter)
circuit arrangement such 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 as an additional step.

3.4.23
closed transition (with an auto-transformer starter or star-delta starter)
circuit arrangement such 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 as an additional step.

3.4.24
inching (jogging)
energizing a motor or solenoid repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism

3.4.25
plugging
stopping or reversing a motor rapidly by reversing the motor primary connections while the motor is running

3.4.26
protected switching device
equipment (for non motor loads) consisting of a contactor or a semiconductor controller, overload protection, a manually operated switching device and a short-circuit protective device, rated as a unit by the manufacturer

NOTE 1 The protected switching device may or may not be enclosed.

NOTE 2 In the context of this standard, the term “manufacturer” means any person, company or organization with ultimate responsibility as follows:

– to verify compliance with the appropriate standard;

– to provide the product information according to Clause 6.

NOTE 3 The manually operated switching device and the short-circuit protective device may be just one device and may incorporate the overload protection as well.

3.4.27
combination switching device
equipment consisting of a protected switching device incorporating an isolating function

3.4.28
stall sensitive (electronic overload) relay
electronic overload relay which operates when the current has not decreased below a predetermined value for a specific period of time during start-up or when the relay receives the input indicating there is no rotation of the motor after a predetermined time in accordance with specified requirements

NOTE 1 Explanation of stall: rotor locked during start.

NOTE 2 With appropriate adjustment of the current and starting time settings, such relay can be used to detect overtime starts.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.4.29
jam sensitive (electronic overload) relay
electronic overload relay which operates in the case of overload and also when the current has increased above a predetermined value for a specific period of time during operation, in accordance with specified requirements

NOTE Explanation of jam: high overload occurring after the completion of starting which causes the current to reach the locked rotor current value of the motor being controlled.

3.4.30
inhibit time
time-delay period during which the tripping function of the relay is inhibited (may be adjustable)

3.4.31
motor management starter
starter including extended functions with communication ability

NOTE Interoperable device profiles for motor management starter are defined by IEC 61915-2.

3.5 Terms and definitions concerning characteristic quantities

3.5.1
transient recovery voltage
TRV
recovery voltage during the time in which it has a significant transient character

NOTE In a vacuum contactor or starter, the highest transient recovery voltage may occur on an other pole than the first pole to clear.

[IEC 60947-1, 2.5.34, modified]

3.5.2
CO operation
breaking of the circuit by the SCPD resulting from closing the circuit by the equipment under test

3.5.3
O operation
breaking of the circuit by the SCPD resulting from closing the circuit on the equipment under test which is in the closed position

NOTE The SCPD is normally in the closed position prior closing the circuit; in some cases the SCPD has to close the circuit (see 9.3.4.2.2, item b).

3.6 Symbols and abbreviations

AQL	Acceptable quality level
EMC	Electromagnetic compatibility
SCPD	Short-circuit protective device
I_c	Current made and broken (Table 7)
I_e	Rated operational current (5.3.2.5)
I_{er}	Rated rotor operational current (5.3.2.7)
I_{es}	Rated stator operational current (5.3.2.6)
~~I_{ic}~~	~~Inhibit current (H.2.7)~~
I_q	Maximum conditional short-circuit test current
I_{th}	Conventional free air thermal current (5.3.2.1)
I_{the}	Conventional enclosed thermal current (5.3.2.2)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

I_{thr} Conventional rotor thermal current (5.3.2.4)

I_{ths} Conventional stator thermal current (5.3.2.3)

I_u Rated uninterrupted current (5.3.2.8)

P_c Nominal holding power of a d.c. controlled contactor

P_p Pick-up power of a d.c. controlled contactor with separate pick-up and hold-on windings

"r" Minimum short-circuit test current

S_h Holding power of an a.c. controlled contactor

S_p Pick-up power of an a.c. controlled contactor

T_p Tripping time (Table 2)

U_c Rated control circuit voltage (5.5)

U_d Voltage drop of a contactor pole

U_e Rated operational voltage (5.3.1.1)

U_{er} Rated rotor operational voltage (5.3.1.1.2)

U_{es} Rated stator operational voltage (5.3.1.1.1)

U_i Rated insulation voltage (5.3.1.2)

U_{imp} Rated impulse withstand voltage (5.3.1.3)

U_{ir} Rated rotor insulation voltage (5.3.1.2.2)

U_{is} Rated stator insulation voltage (5.3.1.2.1)

U_r Power frequency or d.c. recovery voltage (Table 7)

U_s Rated control supply voltage (5.5)

Z Pole impedance of a contactor (5.3.7)

4 Classification

Subclause 5.2 gives all the data which may be used as criteria for classification.

5 Characteristics of contactors and starters

5.1 Summary of characteristics

The characteristics of a contactor or starter shall be stated in the following terms, where such terms are applicable:

– type of equipment (5.2);
– rated and limiting values for main circuits (5.3);
– utilization category (5.4);
– control circuits (5.5);
– auxiliary circuits (5.6);
– types and characteristics of relays and releases (5.7);
– co-ordination with short-circuit protective devices (5.8);
– types and characteristics of automatic change-over devices and automatic acceleration control devices (5.10);
– types and characteristics of auto-transformers for two-step auto-transformer starters (5.11);
– types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters (5.12).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.2 Type of equipment

The following shall be stated (see also Clause 6).

5.2.1 Kind of equipment

– contactor;
– direct-on-line a.c. starter;
– star-delta starter;
– two-step auto-transformer starter;
– rheostatic rotor starter;
– combination or protected starter.

5.2.2 Number of poles

5.2.3 Kind of current (a.c. or d.c.)

5.2.4 Interrupting medium (air, oil, gas, vacuum, etc.)

5.2.5 Operating conditions of the equipment

5.2.5.1 Method of operation

For example: manual, electromagnetic, motor-operated, pneumatic, electro-pneumatic.

5.2.5.2 Method of control

For example:

– automatic (by pilot switch or sequence control);
– non-automatic (such as by hand operation or by push-buttons);
– semi-automatic (i.e. partly automatic, partly non-automatic).

5.2.5.3 Method of change-over for particular types of starters

The change-over for star-delta starters, rheostatic rotor starters or auto-transformer starters may be automatic, non-automatic or semi-automatic (see Figures 4 and 5).

5.2.5.4 Method of connecting for particular types of starters

For example: open transition starter, closed transition starter (see Figure 5).

5.3 Rated and limiting values for main circuits

The rated values established for a contactor or starter shall be stated in accordance with 5.3.1 to 5.4, and 5.8 and 5.9, but it may not be necessary to specify all the values listed.

NOTE The rated values established for a rheostatic rotor starter are stated in accordance with 5.3.1.2, 5.3.2.3, 5.3.2.4, 5.3.2.6, 5.3.2.7 and 5.3.5.5 but it is not necessary to specify all the values listed.

5.3.1 Rated voltages

A contactor or starter is defined by the following rated voltages.

5.3.1.1 Rated operational voltage (U_e)

Subclause 4.3.1.1 of IEC 60947-1 applies.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.3.1.1.1 Rated stator operational voltage (U_{es})

For rheostatic rotor starters, a rated stator operational voltage is a value of voltage which, when combined with a rated stator operational current, determines the application of the stator circuit including its mechanical switching devices and to which are referred the making and breaking capacities, the type of duty and the starting characteristics. In no case shall the maximum rated operational voltage exceed the corresponding rated insulation voltage.

NOTE The rated stator operational voltage is expressed as the voltage between phases.

5.3.1.1.2 Rated rotor operational voltage (U_{er})

For rheostatic rotor starters, the value of rated rotor operational voltage is that of the voltage which, when combined with a rated rotor operational 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.

This voltage 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 insulation voltage of the switching devices inserted in the rotor circuit shall be at least 50 % the highest voltage between open slip-rings.

NOTE Electrical stresses are lower and shorter in the rotor than in the stator.

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

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

5.3.1.2 Rated insulation voltage (U_i)

Subclause 4.3.1.2 of IEC 60947-1 applies.

5.3.1.2.1 Rated stator insulation voltage (U_{is})

For rheostatic rotor starters, the rated stator insulation voltage is the value of voltage which is designated for the devices inserted in the stator supply, as well as the unit they are part of, and to which dielectric tests and creepage distances are referred.

Unless otherwise stated, the rated stator insulation voltage is the value of the maximum rated stator operational voltage of the starter.

5.3.1.2.2 Rated rotor insulation voltage (U_{ir})

For rheostatic rotor starters, the rated rotor insulation voltage is the value of voltage which is designated 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.

5.3.1.3 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Subclause 4.3.1.3 of IEC 60947-1 applies.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.3.1.4 Rated starting voltage 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 are 50 %, 65 % or 80 % of the rated operational voltage.

5.3.2 Currents or powers

A contactor or a starter is defined by the following currents.

NOTE In the case of a star-delta starter, these currents relate to the delta connection and, in the case of a two-step auto-transformer or rheostatic rotor starter, to the ON position.

5.3.2.1 Conventional free air thermal current (I_{th})

Subclause 4.3.2.1 of IEC 60947-1 applies.

5.3.2.2 Conventional enclosed thermal current (I_{the})

Subclause 4.3.2.2 of IEC 60947-1 applies.

5.3.2.3 Conventional stator thermal current (I_{ths})

The conventional stator thermal current of a starter may be either free air current I_{ths} or enclosed current I_{thes}, in line with 5.3.2.1 and 5.3.2.2.

For a rheostatic rotor starter, the stator thermal current is the maximum current it can carry on eight-hour duty (see 5.3.4.1) without the temperature rise of its several parts exceeding the limits specified in 8.2.2 when tested in accordance with 9.3.3.3.

5.3.2.4 Conventional rotor thermal current (I_{thr})

The conventional rotor thermal current of a starter may be either free air current I_{thr} or enclosed current I_{ther}, in line with 5.3.2.1 and 5.3.2.2.

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, precisely after cutting out resistors, can carry on eight-hour duty (see 5.3.4.1) without their temperature rise exceeding the limits specified in 8.2.2 when tested in accordance with 9.3.3.3.

NOTE 1 For those elements (switching devices, connecting links, resistors) through which a current of practically no value flows in the ON position, it should be verified that, for the rated duties (see 5.3.4) stated by the manufacturer, the value of integral

$$\int_0^t i^2 \, dt$$

does not lead to temperature rises higher than those appearing in 8.2.2.

NOTE 2 When resistors are built-in into the starter, the temperature rise should be taken into account.

5.3.2.5 Rated operational currents (I_e) or rated operational powers

A rated operational current of a contactor or a starter is stated by the manufacturer and takes into account the rated operational voltage (see 5.3.1.1), the conventional free air or enclosed thermal current, the rated current of the overload relay, the rated frequency (see 5.3.3), the rated duty (see 5.3.4), the utilization category (see 5.4) and the type of protective enclosure, if any.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

In the case of equipment for direct switching of individual motors, the indication of a rated operational current may be replaced or supplemented by an indication of the maximum rated power output, at the rated operational voltage considered, of the motor for which the equipment is intended. The manufacturer shall be prepared to state the relationship assumed between the current and the power.

NOTE Annex G gives values concerning the relationship between rated operational currents and rated operational powers.

For starters, the rated operational current (I_e) is the current in the ON position of the starter.

5.3.2.6 Rated stator operational current (I_{es}) or rated stator operational power

For rheostatic rotor starters, a rated stator operational current is stated by the manufacturer and takes into account the rated current of the overload relay installed in this starter, the rated stator operational voltage (see 5.3.1.1.1), the conventional free air or enclosed thermal current, the rated frequency (see 5.3.3), the rated duty (see 5.3.4), the starting characteristics (see 5.3.5.5) and the type of protective enclosure.

The indication of a rated stator operational current may be replaced by the indication of the maximum rated power output, at the rated stator operational voltage considered, of the motor for which the stator elements of the starter are intended. The manufacturer shall be prepared to state the relationship assumed between the motor power and the stator current.

5.3.2.7 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 operational voltage (see 5.3.1.1.2), the conventional free air or enclosed rotor thermal current, the rated frequency (see 5.3.3), the rated duty (see 5.3.4), the starting characteristics (see 5.3.5.5) 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 and 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 having the rated rotor operational voltage considered, of the motor for which that part of the starter (switching devices, connecting links, relays, resistors) is intended. This power varies in particular with the breakaway torque foreseen and consequently takes into account the starting characteristics (see 5.3.5.5).

5.3.2.8 Rated uninterrupted current (I_u)

Subclause 4.3.2.4 of IEC 60947-1 applies.

5.3.3 Rated frequency

Subclause 4.3.3 of IEC 60947-1 applies.

5.3.4 Rated duties

Subclause 4.3.4 of IEC 60947-1 applies.

5.3.4.1 Eight-hour duty (continuous duty)

Subclause 4.3.4.1 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

For a star-delta starter, a two-step auto-transformer starter or a rheostatic rotor-starter, the continuous duty is the duty in which the starter is in the ON position and the main contacts of the switching devices which constitute it, which are closed in this position, remain closed while each of them carries a steady current long enough for the starter to reach thermal equilibrium, but not for more than 8 h without interruption.

5.3.4.2 Uninterrupted duty

Subclause 4.3.4.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

For a star-delta starter, a two-step auto-transformer starter or a rheostatic rotor starter, the uninterrupted duty is the duty in which the starter is in the ON position and the main contacts of the switching devices which constitute it, which are closed in this position, remain closed without interruption while each of them carries a steady current for periods of more than 8 h (weeks, months or even years).

5.3.4.3 Intermittent periodic duty or intermittent duty

Subclause 4.3.4.3 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

For a reduced voltage starter, the intermittent duty is the duty in which the starter is in the ON position and the main contacts of the switching devices which constitute it remain closed for periods bearing a definite relation to the no-load periods, both periods being too short to allow the starter to reach thermal equilibrium.

Preferred classes of intermittent duty are:

– for contactors: 1, 3, 12, 30, 120, 300 and 1 200 (operating cycles per hour);
– for starters: 1, 3, 12 and 30 (operating cycles per hour).

It is recalled that an operating cycle is a complete working cycle comprising one closing operation and one opening operation.

For starters, an operating cycle comprises starting, running to full speed and switching off the supply from the motor.

NOTE 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.

5.3.4.4 Temporary duty

Subclause 4.3.4.4 of IEC 60947-1 applies.

5.3.4.5 Periodic duty

Subclause 4.3.4.5 of IEC 60947-1 applies.

5.3.5 Normal load and overload characteristics

Subclause 4.3.5 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

5.3.5.1 Ability to withstand motor switching overload currents

Requirements to meet these conditions are given for contactors in 8.2.4.4.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.3.5.2 Rated making capacity

Requirements for the various utilization categories (see 5.4) are given in 8.2.4.1. The rated making and breaking capacities are only valid when the contactor or the starter is operated in accordance with the requirements of 8.2.1.1 and 8.2.1.2.

5.3.5.3 Rated breaking capacity

Requirements for the various utilization categories (see 5.4) are given in 8.2.4.1. The rated making and breaking capacities are only valid when the contactor or the starter is operated in accordance with the requirements of 8.2.1.1 and 8.2.1.2.

5.3.5.4 Conventional operational performance

This performance is specified as a series of making and breaking operations in 8.2.4.2.

5.3.5.5 Starting and stopping characteristics of starters (see Figure 6)

Typical service conditions for starters 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 compatible with the making capacities of Table 7. These making capacities cover both the transient and steady-state starting currents of the great majority of standard motors. However, the starting currents for some large motors may attain peak values corresponding to power factors considerably lower than those specified for the test circuit in Table 7. In these cases, the operational current of the contactor or starter should be decreased to a value lower than its rated value such that the making capacity of the contactor or starter is not exceeded.

5.3.5.5.1 Starting characteristics of rheostatic rotor starters

A distinction shall be drawn between the currents and voltages in the stator and rotor circuits of slip-ring motors. However, the changes of the current values in stator and rotor circuits, caused by the various steps of the starting process, are nearly proportional under normal operating conditions.

The following definitions deal mainly with the characteristics of the rotor circuit:

U_{er} is the rated rotor operational voltage;

I_{er} is the rated rotor operational current;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Z_r is the characteristic impedance of the rotor of an a.c. slip-ring induction motor;

where

$$Z_r = \frac{U_{er}}{\sqrt{3} \times I_{er}};$$

I_1 is the current in the rotor circuit immediately before shorting out a resistor section;

I_2 is the current in the rotor circuit immediately after shorting out a resistor section;

I_m = 1/2 (I_1 + I_2);

T_e is the rated motor operational torque;

t_s is the starting time;

k is the severity of start = $\frac{I_m}{I_{er}}$.

It is recognized that many rheostatic rotor starter applications have very specific starting requirements which may result not only in a different number of starting steps and different values of I_1 and I_2, but also in the values of I_1 and I_2 being different for individual resistor sections. Therefore, no attempt has been made to lay down standard parameters, but the following factors should be taken into consideration:

– for most applications, between two and six starting steps are adequate depending upon load torque, inertia and the severity of start required;

– the resistor sections should be designed to have adequate thermal ratings bearing in mind the starting time of the drive, which will be dependent upon load torque and load inertia.

5.3.5.5.2 Standard conditions for making and breaking corresponding to the starting characteristics for rheostatic rotor starters

These conditions are given in Table 7 and apply to starting with high torque. (For the designation of the mechanical switching devices, see Figure 4.)

~~NOTE Conditions for starting with full torque and half torque are under consideration.~~

The conditions for making and breaking as given in Table 7 for AC-2 utilization category are considered as standard.

The starter circuit shall be designed to open all rotor resistor switching devices before or approximately simultaneously with the opening of the stator switching device. Otherwise, the stator switching device shall comply with AC-3 requirements.

5.3.5.5.3 Starting characteristics for two-step auto-transformer starters

Unless otherwise stated, the auto-transformer starters and specifically the auto-transformers are designed on the condition that the starting time for all classes of duty (see 5.3.4) shall not exceed 15 s. The number of starting cycles per hour assumes equal periods between starts except that, in the event of two operating cycles being made in rapid succession, the starter and the auto-transformer shall be allowed to cool to ambient air temperature before a further start is made.

When a starting time in excess of 15 s is required, this shall be the subject of agreement between manufacturer and user.

5.3.6 Rated conditional short-circuit current

Subclause 4.3.6.4 of IEC 60947-1 applies.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.3.7 Pole impedance of a contactor (*Z*)

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

5.4 Utilization category

5.4.1 General

Subclause 4.4 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

For contactors and starters, the utilization categories as given in Table 1 are considered standard. Any other type of utilization shall be based on agreement between manufacturer and user, but information given in the manufacturer's catalogue or tender may constitute such an agreement.

Each utilization category is characterized by the values of the currents, voltages, power-factors or time-constants and other data of Table 7 and Table 10, and by the test conditions specified in this standard.

For contactors or starters defined by their utilization category, it is therefore unnecessary to specify separately the rated making and breaking capacities as these values depend directly on the utilization category as shown in Table 7.

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

All direct-on-line starters belong to one or more of the following utilization categories: AC-3, AC-4, AC-7b, AC-8a and AC-8b.

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

Rheostatic rotor starters belong to utilization category AC-2.

5.4.2 Assignment of utilization categories based on the results of tests

a) A contactor or starter which has been tested for one utilization category or at any combination of parameters (such as highest operational voltage and current, etc.) can be assigned other utilization categories without testing, provided that the test currents, voltages, power-factors or time-constants, number of operating cycles, on and off times given in Table 7 and Table 10, and the test circuit for the assigned utilization categories are not more severe than those at which the contactor or starter has been tested and the temperature rise has been verified at a current not less than the highest assigned rated operational current in continuous duty.

   For example, when tested for utilization category AC-4, a contactor may be assigned utilization category AC-3 provided I_e for AC-3 is not higher than 1,2 I_e for AC-4 at the same rated operational voltage.

b) DC-3 and DC-5 contactors are assumed to be capable of opening and closing loads other than those on which they have been tested provided that:

   – the voltage and current do not exceed the specified values of U_e and I_e;

   – the energy J stored in the actual load is equal to or less than the energy J_c stored in the load with which they were tested.

The values of the energy stored in the test circuit are as follows:

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Utilization category	Stored energy J_c
DC-3	0,005 25 × U_e × I_e
DC-5	0,031 5 × U_e × I_e

The values of the constants 0,005 25 and 0,031 5 are derived from:

$$J_c = 1/2\ LI^2$$

where the time-constant has been replaced by:

$2{,}5 \times 10^{-3}$ s (DC-3) and:

15×10^{-3} s (DC-5)

and where $U = 1{,}05\ U_e$, $I = 4\ I_e$ and L is the inductance of the test circuit.

(See Table 7 of this standard.)

Table 1 – Utilization categories

Kind of current	Utilization categories	Additional category designation	Typical applications
AC	AC-1	General use	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces
	AC-2		Slip-ring motors: starting, switching off
	AC-3		Squirrel-cage motors: starting, switching off motors during running[a]
	AC-4		Squirrel-cage motors: starting, plugging, inching
	AC-5a	Ballast	Switching of electric discharge lamp controls
	AC-5b	Incandescent	Switching of incandescent lamps
	AC-6a		Switching of transformers
	AC-6b		Switching of capacitor banks
	AC-7a[c]		Slightly inductive loads in household appliances and similar applications
	AC-7b[c]		Motor-loads for household applications
	AC-8a		Hermetic refrigerant compressor motor[b] control with manual resetting of overload releases
	AC-8b		Hermetic refrigerant compressor motor[b] control with automatic resetting of overload releases
DC	DC-1		Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces
	DC-3		Shunt-motors: starting, plugging, inching Dynamic breaking of d.c. motors
	DC-5		Series-motors: starting, plugging, inching Dynamic breaking of d.c. motors
	DC-6	Incandescent	Switching of incandescent lamps

a AC-3 category may be used for occasional inching (jogging) or plugging for limited time periods such as machine set-up; during such limited time periods, the number of such operations should not exceed five per minute or more than ten in a 10-min period.

b A hermetic refrigerant compressor motor is a combination consisting of a compressor and a motor, both of which are enclosed in the same housing, with no external shaft or shaft seals, the motor operating in the refrigerant.

c For AC-7a and AC-7b, see IEC 61095.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.5 Control circuits

Subclause 4.5 of IEC 60947-1:2007 applies. ~~moreover for an electronically controlled electromagnet, 4.5.1 of IEC 60947-1 applies with the following addition.~~

~~The electronic part may form an integral part or a separate part provided it is an intrinsic function of the device. In both cases, the device shall be tested with this electronic part mounted as in normal use.~~

~~The characteristics of electronic control circuits are as follows:~~

- ~~type of current;~~
- ~~power consumption;~~
- ~~rated frequency (or d.c.);~~
- ~~rated control circuit voltage, U_c (nature: a.c./d.c.);~~
- ~~rated control supply voltage, U_s (nature: a.c./d.c.);~~
- ~~nature of external control circuit devices (contacts, sensors, optocouplers, electronic active components, etc).~~

~~Annex E gives examples and illustrations of different circuit configurations.~~

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

5.6 Auxiliary circuits

Subclause 4.6 of IEC 60947-1 applies.

Digital inputs and/or digital outputs contained in contactors and motor-starters, and intended to be compatible with PLCs shall fulfil the requirements of Annex S of IEC 60947-1.

5.7 Characteristics of relays and releases (overload relays)

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

5.7.1 Summary of characteristics

The characteristics of relays and releases shall be stated in the following terms, whenever applicable:

– types of relay or release (see 5.7.2);
– characteristic values (see 5.7.3);
– designation and current settings of overload relays (see 5.7.4);
– time-current characteristics of overload relays (see 5.7.5);
– influence of ambient air temperature (see 5.7.6).

5.7.2 Types of relay or release

a) Release with shunt coil (shunt trip).
b) Under-voltage and under-current opening relay or release.
c) Overload time-delay relay the time-lag of which is:
   1) substantially independent of previous load;
   2) dependent on previous load;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3) dependent on previous load and also sensitive to phase loss.

d) Instantaneous over-current relay or release (e.g. jam sensitive).

e) Other relays or releases (e.g. control relay associated with devices for the thermal protection of the motor).

f) Stall relay or release.

5.7.3 Characteristic values

a) Release with shunt coil, under-voltage (under-current), over-voltage (instantaneous over current), current or voltage imbalance and phase reversal opening relay or release:

- rated voltage (current);
- rated frequency;
- operating voltage (current);
- operating time (when applicable);
- inhibit time (when applicable).

b) Overload relay:

- designation and current settings (see 5.7.4);
- rated frequency, when necessary (for example in the case of a current transformer operated overload relay);
- time-current characteristics (or range of characteristics), when necessary;
- trip class according to classification in Table 2, or the value of the maximum tripping time, in seconds, under the conditions specified in 8.2.1.5.1, Table 3, column D, when this time exceeds 40 s;
- nature of the relay: thermal, magnetic, electronic or electronic without thermal memory (electronic relay not fulfilling the thermal memory test verification according 8.2.1.5.1.2 shall be marked ~~Phm~~);
- nature of the reset: manual and/or automatic; in case of combination manual or automatic-reset, the set position shall be indicated;
- tripping time of overload relays class 10A if longer than 2 min at –5 °C or below (see 8.2.1.5.1.1, item c).

c) Release with residual current sensing relay:

- rated current;
- operating current;
- operating time or time-current characteristic according to Table ~~H.1~~ T.1 of IEC 60947-1:2007, Amendment 1;
- inhibit time (when applicable);
- type designation (see Annex ~~H~~ T of IEC 60947-1: 2007, Amendment 1).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 2 – Trip classes of overload relays

Trip class	Tripping time T_p under the conditions specified in 8.2.1.5.1, Table 3, column D [a]	Tripping time T_p under the conditions specified in 8.2.1.5.1, Table 3, column D for tighter tolerances (tolerance band E) [a]
	s	s
2	–	$T_p \leq 2$
3	–	$2 < T_p \leq 3$
5	$0{,}5 < T_p \leq 5$	$3 < T_p \leq 5$
10 A	$2 < T_p \leq 10$	–
10	$4 < T_p \leq 10$	$5 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$	$10 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$	$20 < T_p \leq 30$
40	–	$30 < T_p \leq 40$

[a] The manufacturer shall add the letter E to trip classes to indicate compliance with the band E.

NOTE 1 Depending on the nature of the relay, the tripping conditions are given in 8.2.1.5.

NOTE 2 In the case of a rheostatic rotor starter, the overload relay is commonly inserted in the stator circuit. As a result, it cannot efficiently protect the rotor circuit and more particularly the resistors (generally more easily damageable than the rotor itself or the switching devices in case of a faulty start); protection of the rotor circuit should be the subject of a specific agreement between manufacturer and user (see, inter alia, 8.2.1.1.3).

NOTE 3 In the case of a two-step auto-transformer starter, the starting auto-transformer is normally designed for use during the starting period only: as a result, it cannot be efficiently protected by the overload relay in the event of faulty starting. Protection of the auto-transformer should be the subject of specific agreement between manufacturer and user (see 8.2.1.1.4).

NOTE 4 The lower limiting values of T_p are selected to allow for differing heater characteristics and manufacturing tolerances.

5.7.4 Designation and current settings of overload relays

Overload relays are designated by their current setting (or the upper and lower limits of the current setting range, if adjustable) and their trip class.

The current setting (or current setting range) shall be marked on the relays.

However, if the current setting is influenced by the conditions of use or other factors which cannot readily be marked on the relay, then the relay or any interchangeable parts thereof (e.g. heaters, operating coils or current transformers) shall carry a number or an identifying mark which makes it possible to obtain the relevant information from the manufacturer or his catalogue or, preferably, from data furnished with the starter.

In the case of current transformer operated overload relays, the marking may refer either to the primary current of the current transformer through which they are supplied or to the current setting of the overload relays. In either case, the ratio of the current transformer shall be stated.

5.7.5 Time-current characteristics of overload relays

Typical time-current characteristics shall be given in the form of curves supplied by the manufacturer. These curves shall indicate how the tripping time, starting from the cold state (see 5.7.6), varies with the current up to a value of at least eight times the full-load current of the motor with which it is intended that the relay be used. The manufacturer shall be prepared

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

to indicate, by suitable means, the general tolerances applicable to these curves and the conductor cross-sections used for establishing these curves (see 9.3.3.2.2, item c)).

NOTE It is recommended that the current be plotted as abscissa and the time as ordinates, using logarithmic scales. It is recommended that the current be plotted as multiples of the setting current and the time in seconds on the standard graph sheet detailed in 5.6.1 and Figure 1 of IEC 60269-1 and in Figure 104, Figure 504 and Figure 505 of IEC 60269-2.

5.7.6 Influence of ambient air temperature

The time-current characteristics (see 5.7.5) refer to a stated value of ambient air temperature, and are based on no previous loading of the overload relay (i.e from an initial cold state). This value of the ambient air temperature shall be clearly given on the time curves; the preferred values are +20 °C or +40 °C.

The overload relays shall be able to operate within the ambient air temperature range of –5 °C to +40 °C, and the manufacturer shall be prepared to state the effect of variation in ambient air temperature on the characteristics of overload relays.

5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices

The co-ordination of contactors and starters is characterized by the type, ratings and characteristics of the short-circuit protective devices (SCPD) that provide protection of the contactor and starter against short-circuit currents. Requirements are given in 8.2.5.1 and 8.2.5.2 of this standard, and in 4.8 of IEC 60947-1.

5.9 Void

5.10 Types and characteristics of automatic change-over devices and automatic acceleration control devices

5.10.1 Types

a) Time-delay devices, e.g. time-delay contactor relays (see IEC 60947-5-1) applicable to control-circuit devices or specified-time all-or-nothing relays (see IEC 61810-1).

b) Undercurrent devices (undercurrent relays).

c) Other devices for automatic acceleration control:

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

5.10.2 Characteristics

a) The characteristics of time-delay devices are:

- the rated time-delay or its range, if adjustable;
- for time-delay devices fitted with a coil, the rated voltage, when it differs from the starter line voltage.

b) The characteristics of the undercurrent devices are:

- the rated current (thermal current and/or rated short-time withstand current, according to the indications given by the manufacturer);
- the current setting or its range, if adjustable.

c) The characteristics of the other devices shall be determined by agreement between manufacturer and user.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.11 Types and characteristics of auto-transformers for two-step auto-transformer starters

Account being taken of the starting characteristics (see 5.3.5.5.3), starting auto-transformers shall be characterized by:

– the rated voltage of the auto-transformer;
– 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 of the auto-transformer;
– the current they can carry for a specified duration;
– the rated duty (see 5.3.4);
– the method of cooling { air-cooling; / oil-cooling.

The auto-transformer 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 and the manufacturer of the starter.

5.12 Types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters

Account being taken of the starting characteristics (see 5.3.5.5.1), the starting resistors shall be characterized by:

– the rated rotor insulation voltage (U_{ir});
– their resistance value;
– the mean thermal current, defined by the value of steady current they can carry for a specified duration;
– the rated duty (see 5.3.4);
– the method of cooling { free air; / forced air; / oil-immersion.

They 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.

6 Product information

6.1 Nature of information

The following information shall be given by the manufacturer.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.1.1 Identification

a) manufacturer's name or trade mark;

b) type designation or serial number;

c) number of this standard, if the manufacturer claims compliance.

6.1.2 Characteristics, basic rated values and utilization

Characteristics:

d) rated operational voltages (see 5.3.1.1);

aa) polarity of terminals, if applicable;

e) utilization category and rated operational currents (or rated powers), at the rated operational voltages of the equipment (see 5.3.2.5 and 5.4);

f) either the value of the rated frequency 50/60 Hz or the symbol ⎓, or other rated frequencies e.g. 16 2/3 Hz, 400 Hz;

g) rated duty with the indication of the class of intermittent duty, if any (see 5.3.4), and the off time as specified in footnote d) of Table 10, if necessary.

Associated values:

h) rated making and breaking capacities. These indications may be replaced, where applicable, by the indication of the utilization category (see Table 7).

NOTE 1 Other information such as the pole impedance could be given e.g. in the product literature.

Safety and installation:

i) rated insulation voltage (see 5.3.1.2);

j) rated impulse withstand voltage (see 5.3.1.3);

k) IP code, in case of an enclosed equipment (see 8.1.11);

l) pollution degree (see Clause 7);

m) – for contactor or starter: rated conditional short-circuit current (see 5.3.6) and type of co-ordination (see 8.2.5.1) and type, current rating and characteristics of the associated SCPD;

– for combination starter, combination switching device, protected starter or protected switching device: rated conditional short-circuit current (see 5.3.6) and type of co-ordination (see 8.2.5.1);

n) void.

Control circuits:

The following information concerning control circuits shall be placed either on the coil or on the equipment:

o) rated control circuit voltage (U_c), nature of current and rated frequency;

~~NOTE 1 Other information such as the power consumption could be given e.g. in the product literature.~~

NOTE 2 Other information such as the holding or pick-up power could be given e.g. in the product literature.

p) if necessary, nature of current, rated frequency and rated control supply voltage (U_s).

Air supply systems for starters or contactors operated by compressed air:

q) rated supply pressure of the compressed air and limits of variation of this pressure, if they are different from those specified in 8.2.1.2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Auxiliary circuits:

r) ratings of auxiliary circuits (see 5.6).

Overload relays and releases:

s1) characteristics according to 5.7.2, 5.7.5 and 5.7.6;

s2) characteristics according to 5.7.3 and 5.7.4.

Additional information for certain types of contactor and starter:

Rheostatic rotor starters:

t) circuit diagram;

u) severity of start (see 5.3.5.5.1);

v) starting time (see 5.3.5.5.1).

Auto-transformer starters:

w) rated starting voltage(s), i.e. voltage(s) at the tapping terminals.

NOTE ~~2~~ 3 This value may be expressed as a percentage of the rated operational voltage of the starter.

Vacuum contactors and starters:

x) maximum permissible altitude of the site of installation, if less than 2 000 m.

EMC:

y) environment A or B: see 7.3.1 of IEC 60947-1;

z) special requirements, if applicable, for example shielded or twisted conductors.

NOTE ~~3~~ 4 Unshielded or untwisted conductors are considered as normal installation conditions.

6.2 Marking

Subclause 5.2 of IEC 60947-1 applies to contactors, starters and overload relays with the following additions.

Data under items d) to x) in 6.1.2 shall be included on the nameplate or on the equipment or in the manufacturer's published literature.

Data under items c) in 6.1.1, aa), k) and s2) in 6.1.2 shall be marked on the equipment; time-current characteristics (or range of characteristics) may be provided in the manufacturer's published literature.

In the case of electronically controlled electromagnets, information other than that given in o) and p) of 6.1.2 may also be necessary; see also 5.5 and Annex ~~E~~ U of IEC 60947-1:2007, Amendment 1.

NOTE In the USA and Canada, on multiple equipment, the additional category designation given in Table 1 is marked on the product.

6.3 Instructions for installation, operation and maintenance

Subclause 5.3 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Information shall be provided by the manufacturer to advise the user on the measures to be taken with regard to the equipment in the event of a short-circuit and the measures to be taken with regard to the equipment, if any, concerning EMC.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

In the case of protected starters, the manufacturer shall also provide the necessary mounting and wiring instructions.

The manufacturer of a starter incorporating an automatic reset overload relay capable of being connected to enable automatic restarting, shall provide, with the starter, that information necessary to alert the user to the possibility of automatic restarting.

7 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Unless otherwise stated by the manufacturer, a contactor or a starter is for use in pollution degree 3 environmental conditions, as defined in 6.1.3.2 of IEC 60947-1. However, other pollution degrees may be considered to apply, depending upon the micro-environment.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

8.1.1 General

Subclause 7.1.1 of IEC 60947-1 applies.

8.1.2 Materials

8.1.2.1 General materials requirements

Subclause 7.1.2.1 of IEC 60947-1 applies

8.1.2.2 Glow wire testing

Subclause 7.1.2.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

When tests on the equipment or on sections taken from the equipment are used, parts of insulating materials necessary to retain current-carrying parts in position shall conform to the glow-wire tests of 8.2.1.1.1 of IEC 60947-1 at a test temperature of 850 °C.

8.1.2.3 Test based on flammability category

Subclause 7.1.2.3 of IEC 60947-1 applies.

8.1.3 Current-carrying parts and their connections

Subclause 7.1.3 of IEC 60947-1 applies.

8.1.4 Clearances and creepage distances

Subclause 7.1.4 of IEC 60947-1 applies.

8.1.5 Actuator

Subclause 7.1.5 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Means for padlocking the operating handle of the manually operated switching device of a combination starter may be provided.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.1.5.1 Insulation

Subclause 7.1.5.1 of IEC 60947-1 applies.

8.1.5.2 Direction of movement

Subclause 7.1.5.2 of IEC 60947-1 applies.

8.1.5.3 Mounting

Actuators mounted on removable panels or opening doors shall be so designed that, when the panels are replaced or the doors closed, the actuator will engage correctly with the associated mechanism.

8.1.6 Indication of the contact position

8.1.6.1 Indicating means

Subclause 7.1.6.1 of IEC 60947-1 applies to manually operated starters.

8.1.6.2 Indication by the actuator

Subclause 7.1.6.2 of IEC 60947-1 applies.

8.1.7 Additional requirements for equipment suitable for isolation

Subclause 7.1.7 of IEC 60947-1 applies.

8.1.8 Terminals

Subclause 7.1.8 of IEC 60947-1 applies with, however, the following additional requirements.

8.1.8.1 Terminal identification and marking

Subclause 7.1.8.4 of IEC 60947-1 applies with additional requirements as given in Annex A.

8.1.9 Additional requirements for equipment provided with a neutral pole

Subclause 7.1.9 of IEC 60947-1 applies.

8.1.10 Provisions for protective earthing

Subclause 7.1.10 of IEC 60947-1 applies.

8.1.11 Enclosures for equipment

8.1.11.1 Design

Subclause 7.1.11.1 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

Starting resistors mounted within an enclosure shall be so located or guarded that issuing heat is not detrimental to other apparatus and materials within the enclosure.

For the specific case of combination starters, the cover or door shall be interlocked so that it cannot be opened without the manually operated switching device being in the open position.

However, provision may be made to open the door or cover with the manually operated switching device in the ON position by the use of a tool.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.1.11.2 Insulation

Subclause 7.1.11.2 of IEC 60947-1 applies.

8.1.12 Degrees of protection of enclosed equipment

Subclause 7.1.12 of IEC 60947-1 applies.

8.1.13 Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits

Subclause 7.1.13 of IEC 60947-1 applies.

8.2 Performance requirements

8.2.1 Operating conditions

8.2.1.1 General

Subclause 7.2.1.1 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

8.2.1.1.1 General conditions A

Starters shall be so constructed that they:

a) are trip free;

b) can be caused to open their contacts by the means provided when running and at any time during the starting sequence;

c) will not function in other than the correct starting sequence.

8.2.1.1.2 General conditions B

Starters employing contactors shall not trip due to the shocks caused by operation of the contactors when tested according to 9.3.3.1, after the starter has carried its rated full load current at the reference ambient temperature (i.e. +20 °C) and has reached thermal equilibrium at both minimum and maximum settings of the overload relay, if adjustable.

8.2.1.1.3 General conditions C

For rheostatic starters, the overload relay shall be connected in the stator circuit. Special arrangements may be made to protect the rotor contactors and resistors against overheating, if requested by the user.

8.2.1.1.4 General conditions D

When starters are used in conditions in which the overheating of the starting resistors or transformers would represent an exceptional hazard, it is recommended that a suitable device be fitted to switch off the starter automatically before a dangerous temperature is reached.

8.2.1.1.5 General conditions E

The moving contacts of multipole equipment intended to make and break together shall be so coupled that all poles make and break substantially together, whether operated manually or automatically.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.2.1.2 Limits of operation of contactors and power-operated starters

~~8.2.1.2.1 Electromagnetic contactors and starters~~

~~Electromagnetic contactors, whether used separately or in starters, shall close satisfactorily at any value between 85 % and 110 % of their rated control supply voltage U_S. Where a range is declared, 85 % shall apply to the lower value and 110 % to the higher.~~

~~The limits between which contactors shall drop out and open fully are 75 % to 20 % for a.c. and 75 % to 10 % for d.c. of their rated control supply voltage U_S. Where a range is declared, 20 % or 10 %, as the case may be, shall apply to the higher value and 75 % to the lower.~~

~~Limits for closing are applicable after the coils have reached a stable temperature corresponding to indefinite application of 100 % U_S in an ambient temperature equivalent to the ambient temperature declared by the manufacturer but not less than +40 °C.~~

~~Limits for drop-out are applicable with the coil circuit resistance at –5 °C. This can be verified by calculation using values obtained at normal ambient air temperature.~~

~~The limits apply to d.c. and a.c. at declared frequency.~~

~~8.2.1.2.2 Contactors and starters with electronically controlled electromagnet~~

~~Subclause 8.2.1.2.1 applies with the following modification.~~

~~Replace the second paragraph as follows:~~

~~The limits between which contactors with an electronically controlled electromagnet shall drop out and open fully are~~

- ~~for d.c.: 75 % to 10 % of their rated control supply voltage U_S,~~
- ~~for a.c.: 75 % to 20 % of their rated control supply voltage U_S,~~
- ~~for a.c.: 75 % to 10 % of their rated control supply voltage U_S if specified by the manufacturer,~~
- ~~for a.c., where the manufacturer specifies limits between 75 % to 10 % of the rated control supply voltage U_S, the contactor shall, in addition, be submitted to the capacitive drop out test of 8.2.1.2.4.~~

~~Where a range is declared, 20 % or 10 % as the case may be, shall apply to the higher value of the range and 75 % to the lower value of the range.~~

~~8.2.1.2.3 Electro-pneumatic contactors and starters~~

~~Electro-pneumatic and pneumatic contactors shall close satisfactorily with the air supply pressure between 85 % and 110 % of the rated pressure and open between 75 % and 10 % of the rated pressure.~~

~~8.2.1.2.4 Capacitive drop out test~~

~~A capacitor C shall be inserted in series in the supply circuit U_S, the total length of the connecting conductors being ≤3 m. The capacitor is short-circuited by a switch of negligible impedance. The supply voltage shall then be adjusted to 110 % U_S.~~

~~It shall be verified that the contactor drops out when the switch is operated to the open position.~~

~~The value of the capacitor shall be~~

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

~~C (nF) = 30 + 200 000 / ($f \times U_S$)~~

~~e.g. for a coil rated 12…24 V – 50 Hz, the capacitor value is 196 nF (calculation made with U_S max., see Note 1).~~

~~NOTE 1 The test voltage is the highest value of the declared rated supply voltage range U_S.~~

~~NOTE 2 The value of the capacitor simulates a typical control wiring of 100 m long cable and of 1,5 mm^2 (0,3 nF/m that is 30 nF for 100 m) connected to a static output having a 1,3 mA leakage current (200 000 in the formula ≈ 10 E+9 *1,3 E-3/2*π).~~

~~NOTE 3 The drop out time should be specified for particular uses, e.g. emergency breaking.~~

Subclause 7.2.1.2 of IEC 60947-1:2007 applies with following additions:

For latched contactors, the device shall drop out and open fully when a de-latching voltage between 85 % and 110 % of the rated de-latching voltage is applied.

8.2.1.3 Limits of operation of under-voltage relays and releases

Subclause 7.2.1.3 of IEC 60947-1 applies with the following addition: tests are specified in 9.3.3.2.2 of this standard.

8.2.1.4 Limits of operation of shunt-coil operated releases (shunt trip)

Subclause 7.2.1.4 of IEC 60947-1 applies with the following addition: tests are specified in 9.3.3.2.2 of this standard.

8.2.1.5 Limits of operation of current sensing relays and releases

8.2.1.5.1 Limits of operation of time-delay overload relays when all poles are energized

8.2.1.5.1.1 General tripping requirements of overload relays

NOTE 1 The thermal protection of motors in the presence of harmonics in the supply voltage is under consideration.

The relays shall comply with the requirements of Table 3 when tested as follows:

a) with the overload relay or starter in its enclosure, if normally fitted, and at *A* times the current setting, tripping shall not occur in less than 2 h starting from the cold state, at the value of reference ambient air temperature stated in Table 3. However, when the overload relay terminals have reached thermal equilibrium at the test current in less than 2 h, the test duration can be the time needed to reach such thermal equilibrium;

b) when the current is subsequently raised to *B* times the current setting, tripping shall occur in less than 2 h;

c) for class 2, 3, 5 and 10A overload relays energized at *C* times the current setting, tripping shall occur in less than 2 min starting from thermal equilibrium, at the current setting, in accordance with 9.3.3 of IEC 60034-1; for class 10 A overload relays, for ambient air temperature –5 °C or below, the manufacturer may declare a longer tripping time but not longer than 2 times the values required for 20 °C;

NOTE 2 Subclause 9.3.3 of IEC 60034-1 states: “Polyphase motors having rated outputs not exceeding 315 kW and rated voltages not exceeding 1 kV shall be capable of withstanding a current equal to 1,5 times the rated current for not less than 2 min”.

d) for class 10, 20, 30 and 40 overload relays energized at *C* times the current setting, tripping shall occur in less than 4, 8, 12 or 16 min respectively, starting from thermal equilibrium, at the current setting;

e) at *D* times the current setting, tripping shall occur within the limits given in Table 2 for the appropriate trip class and tolerance band, starting from the cold state.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

In the case of overload relays having a current setting range, the limits of operation shall apply when the relay is carrying the current associated with the maximum setting and also when the relay is carrying the current associated with the minimum setting.

For non-compensated overload relays, the current multiple/ambient temperature characteristic shall not be greater than 1,2 %/K.

NOTE 3 1,2 %/K is the derating characteristic of PVC-insulated conductors.

An overload relay is regarded as compensated if it complies with the relevant requirements of Table 3 at +20 °C and is within the limits shown in Table 3 at other temperatures.

Table 3 – Limits of operation of time-delay overload relays when energized on all poles

Type of overload relay	Multiples of current setting				Ambient air temperature values
	A	B	C	D	
Thermal type not compensated for ambient air temperature variations	1,0	1,2[b]	1,5	7,2	+40 °C
Thermal type compensated for ambient air temperature variations	~~d~~ c	~~d~~ c	–	–	less than - 5 °C~~e~~ d
	1,05	1,3	1,5	–	- 5 °C
	1,05	1,2[b]	1,5	7,2	+20 °C
	1,0	1,2[b]	1,5	–	+40 °C
	~~d~~ c	~~d~~ c	–	–	more than +40 °C~~e~~ d
Electronic type[a]	1,05	1,2[b]	1,5	7,2~~a~~	0 °C, +20 °C~~c~~ and +40 °C

a This test shall only be done at 20 °C for A, B and D multiples of current setting.

b If specified by the manufacturer, the tripping current could be different from 120 % but shall not exceed 125 %. In this case the test current value shall be equal to this tripping current value. In this case, the tripping current value shall be marked on the device.

~~c Test at 20°C to be done only for A and B multiples of current setting.~~

~~d~~ c Multiples of current setting should be declared by the manufacturer.

~~e~~ d See 9.3.3.2.2 for tests outside the -5 °C +40 °C range.

8.2.1.5.1.2 Thermal memory test verification

Unless the manufacturer has specified that the device does not contain thermal memory, electronic overload relays shall fulfil the following requirements (see Figure 8):

– apply a current equal to I_e until the device has reached the thermal equilibrium;
– interrupt the current for a duration of $2 \times T_p$ (see Table 2) with a relative tolerance of ±10 % (where T_p is the time measured at the *D* current according to Table 3);
– apply a current equal to $7{,}2 \times I_e$;
– the relay shall trip within 50 % of the time T_p.

8.2.1.5.2 Limits of operation of three-pole time-delay overload relays energized on two poles

With reference to Table 4:

The overload relay or starter shall be tested in its enclosure if normally fitted. With the relay energized on three poles, at A times the current setting, tripping shall not occur in less than 2 h, starting from the cold state, at the value of the ambient air temperature stated in Table 4.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Moreover, when the value of the current flowing in two poles (in phase loss sensitive relays, those carrying the higher current) is increased to *B* times the current setting, and the third pole de-energized, tripping shall occur in less than 2 h.

The values shall apply to all combinations of poles.

In the case of overload relays having an adjustable current setting, the characteristics shall apply both when the relay is carrying the current associated with the maximum setting and when the relay is carrying the current associated with the minimum setting.

Table 4 – Limits of operation of three-pole time-delay overload relays when energized on two poles only

Type of overload relay	Multiples of current setting		Reference ambient air temperature
	A	B	
Thermal, compensated for ambient air temperature variations or electronic Not phase loss sensitive	3 poles 1,0	2 poles 1,32 1 pole 0	+20 °C
Thermal, not compensated for ambient air temperature variations Not phase loss sensitive	3 poles 1,0	2 poles 1,25 1 pole 0	+40 °C
Thermal, compensated for ambient air temperature variations or electronic Phase loss sensitive	2 poles 1,0 1 pole 0,9	2 poles 1,15 1 pole 0	+20 °C

8.2.1.5.3 Limits of operation of instantaneous magnetic overload relays

For all values of the current setting, instantaneous magnetic overload relays shall trip with an accuracy of ±10 % of the value of the published current value corresponding to the current setting.

NOTE Magnetic instantaneous overload relays covered by this standard are not intended for short-circuit protection.

8.2.1.5.4 Limits of operation of under-current relays and releases for automatic change over

8.2.1.5.4.1 Limits of operation of under-current relays

An under-current relay or release, when associated with a switching device, shall operate to open the switching device within 80 % to 120 % of the set time, when the current during operation is below 0,9 times the under current setting in all poles. When the operating time is below 1 s, a different tolerance may be given by the manufacturer but the upper limit shall not exceed 1,2 s.

NOTE The tolerance depends on the sensing technology.

8.2.1.5.4.2 Limits of operation of automatic change over by under-current relays

This subclause applies to:

– star-delta starters from star to delta, and

– auto-transformer starters from the starting to the ON position.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The lowest drop-out current of an under-current relay shall be not greater than 1,5 times the actual current setting of the overload relay which is active in the starting or star connection. The under-current relay shall be able to carry any value of current, from its lowest current setting to the stalled current in the starting position or the star connection, for the tripping times determined by the overload relay at its highest current setting.

8.2.1.5.5 Limits of operation of stall relays

A stall relay, when associated with a switching device, shall operate to open the switching device within 80 % to 120 % of the set time (stall inhibit time) or within the accuracy specified by the manufacturer, when:

a) current sensing relays: the current is 20 % higher than the set stall current value;

EXAMPLE Set current of the stall relay: 100 A; set time: 6 s; accuracy: ±10 %, the relay shall trip within 5,4 s and 6,6 s when the current is equal to or greater than 100 A × 1,2 = 120 A.

b) rotation sensing relays: an input signal indicating no motor rotation exists.

8.2.1.5.6 Limits of operation of jam relays and releases

A jam relay or release, when associated with a switching device, shall operate to open the switching device within 80 % to 120 % of the set time (jam inhibit time) or within the accuracy specified by the manufacturer, when the current is above 1,2 times the set current value of the jam relay, during running after completion of the starting.

8.2.2 Temperature rise

8.2.2.1 General

The requirements of 7.2.2 of IEC 60947-1 apply to contactors and starters in a clean, new condition.

NOTE 1 Contact resistance due to oxidation may impact the temperature rise test at test voltages below 100 V. In the case of conducting the test at a voltage below 100 V, such devices may have the contacts cleaned either by any nonabrasive method or by carrying out 10 operating cycles under the conditions of Table 10 for any applicable utilization category at any voltage.

The temperature rises of the several parts of the contactor or starter measured during a test carried out under the conditions specified in 9.3.3.3 shall not exceed the limiting values stated in Table 5 of this standard and in 7.2.2.1 and 7.2.2.2 of IEC 60947-1.

In the case of an electronically controlled electromagnet, coil temperature measuring by variation of resistance may be impracticable; in such a case, other methods are permitted, e.g. thermocouples or other suitable methods.

Table 5 – Temperature rise limits for insulated coils in air and in oil

Class of insulating material (according to IEC 60085)	**Temperature rise limit (measured by resistance variation)** K	
	Coils in air	**Coils in oil**
A	85	60
E	100	60
B	110	60
F	135	–
H	160	–

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Because, in an auto-transformer starter, the auto-transformer is energized only intermittently, a maximum temperature rise of 15 K greater than the figures in Table 5 is permissible for the windings of the transformer when the starter is operated according to the requirements of 5.3.4 and 5.3.5.5.3.

NOTE 2 The temperature rise limits given in Table 5 of this standard and in 7.2.2.2 of IEC 60947-1 are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits –5 °C, +40 °C.

8.2.2.2 Terminals

Subclause 7.2.2.1 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.3 Accessible parts

Subclause 7.2.2.2 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.4 Ambient air temperature

Subclause 7.2.2.3 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.5 Main circuit

The main circuit of a contactor or a starter which carries current in the ON position, 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 7.2.2.1 of IEC 60947-1 when tested in accordance with 9.3.3.3.4:

– for a contactor or starter intended for continuous duty: its conventional thermal current (see 5.3.2.1 and/or 5.3.2.2);
– for a contactor or starter intended for uninterrupted duty, intermittent duty or temporary duty: its relevant rated operational current (see 5.3.2.5).

8.2.2.6 Control circuits

Subclause 7.2.2.5 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.7 Windings of coils and electromagnets

8.2.2.7.1 Uninterrupted and eight-hour duty windings

With the maximum value of current according to 8.2.2.5 flowing through the main circuit, the windings of the coils, including those of electrically operated valves of electro-pneumatic contactors or starters, shall withstand, under continuous load and at the rated frequency, if applicable, their maximum rated control supply voltage without the temperature rise exceeding the limits specified in Table 5 of this standard and in ~~7.2.2.2~~ 7.2.2.6 of IEC 60947-1.

NOTE Depending on the technology, e.g. for some kinds of electronically controlled electromagnets, the control supply voltage may not be directly applied on the coil winding when connected as in normal service.

8.2.2.7.2 Intermittent duty windings

With no current flowing through the main circuit, the windings of the coils shall withstand, at the rated frequency, if applicable, their maximum rated control supply voltage applied as detailed in Table 6 according to their intermittent duty class, without the temperature rise exceeding the limits specified in Table 5 of this standard and in 7.2.2.2 of IEC 60947-1.

NOTE Depending on the technology, e.g. for some kind of electronically controlled electromagnet, the control supply voltage may not be directly applied on the coil winding when connected as in normal service.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 6 – Intermittent duty test cycle data

Intermittent duty class		One close-open operating cycle every	Interval of time during which the supply to the control coil is maintained
Contactors	Starters		
1	1	3 600 s	
3	3	1 200 s	
12	12	300 s	
30	30	120 s	"ON" time should correspond to the on-load factor specified by the manufacturer
120		30 s	
300		12 s	
1 200		3 s	

8.2.2.7.3 Specially rated (temporary or periodic duty) windings

Specially rated windings shall be tested under operating conditions corresponding to the most severe duty for which they are intended and their ratings shall be stated by the manufacturer.

NOTE Specially rated windings may include coils of starters which are energized during the starting period only, trip coils of latched contactors and certain magnetic valve coils for interlocking pneumatic contactors or starters.

8.2.2.8 Auxiliary circuits

Subclause 7.2.2.7 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.9 Other parts

Subclause 7.2.2.8 of IEC 60947-1 applies, replacing words "plastics and insulating materials" with "insulating parts".

8.2.3 Dielectric properties

Subclause 7.2.3 of IEC 60947-1:2007 applies with the following additions:

General requirements for device including voltage limiting components inserted between circuits not connected to the ground/earth to be tested according to the dielectric test are described as follows.

These voltage limiting components called varistors used in order to protect electronic parts from surges within the device shall comply with IEC 61051-2. In this clause, the intent is not to reduce the clearances. For the type test of the device the voltage limiting components may be disconnected.

IEC 61051-2 applies as follows:

a) Preferred climatic categories of the varistor:

- maximum lower temperature: -10 °C
- minimum upper temperature: +85 °C

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The device manufacturer has to verify that the varistor is suitable for use in the extended ambient temperature if any.

b) The minimum rated voltage of the varistor shall be 1,2 times the maximum peak voltage where the varistor is connected.

c) When connected to the mains, varistors shall withstand the surge test according to 9.4.2.5.

NOTE 1 With the verification of the varistors above it is assumed that a fuse protecting the varistor is not necessary.

NOTE 2 The possibility given in 8.3.3.4.1 item 1) of IEC 60947-1:2007 of disconnecting circuits between poles may be not appropriate in the routine test, because the products are completed and it is not appropriate to reopen and manipulate them. The main purpose of this test is to identify the proper operation of the voltage limiting component.

8.2.4 Normal load and overload performance requirements

Requirements concerning normal load and overload characteristics according to 5.3.5 are given in 8.2.4.1, 8.2.4.2 and 8.2.4.4.

8.2.4.1 Making and breaking capacities

Contactors or starters shall be capable of making and breaking currents without failure under the conditions stated in Table 7 for the required utilization categories and the number of operations indicated, as specified in 9.3.3.5.

The off-time and on-time values given in Table 7 and Table 8 shall not be exceeded.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 7 – Making and breaking capacities – Making and breaking conditions according to utilization category

Utilization category	Make and break conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos ϕ	On-time[b] s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-1	1,5	1,05	0,8	0,05	[f]	50
AC-2	4,0[h]	1,05	0,65[h]	0,05	[f]	50
AC-3[i]	8,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
AC-4[i]	10,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
AC-5a	3,0	1,05	0,45	0,05	[f]	50
AC-5b	1,5[e]	1,05	[e]	0,05	60	50
AC-6a	[j]					
AC-6b	[e]					
AC-8a[k]	6,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
AC-8b[k]	6,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
			— L/R ms			
DC-1	1,5	1,05	1,0	0,05	[f]	50[d]
DC-3	4,0	1,05	2,5	0,05	[f]	50[d]
DC-5	4,0	1,05	15,0	0,05	[f]	50[d]
DC-6	1,5[e]	1,05	[e]	0,05	60	50[d]
Utilization category	Make conditions[i]					
	I/I_e	U/U_e	Cos ϕ	On-time[b] s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-3	10	1,05[g]	[a]	0,05	10	50
AC-4	12	1,05[g]	[a]	0,05	10	50

I = current made. The making current is expressed in d.c. or a.c. r.m.s. symmetrical values but it is understood that, for a.c., the actual peak value during the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value.

I_c = current made and broken, expressed in d.c. or a.c. r.m.s. symmetrical values

I_e = rated operational current

U = applied voltage

U_r = power frequency or d.c. recovery voltage

U_e = rated operational voltage

Cos ϕ = power factor of test circuit

L/R = time-constant of test circuit

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 7 *(continued)*

[a] Cos ϕ = 0,45 for $I_e \leq$ 100 A; 0,35 for $I_e >$ 100 A.

[b] The time may be less than 0,05 s, provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.

[c] Tests to be carried out with an incandescent light load.

[d] 25 operating cycles with one polarity and 25 operating cycles with reverse polarity.

[e] Capacitive ratings may be derived by capacitor switching tests or assigned on the basis of established practice and experience. As a guide, reference may be made to the formula given in Table 9. This formula takes no account of thermal effects due to harmonic currents, and values derived must consequently be considered taking temperature rise into account.

[f] See Table 8.

[g] For U/U_e, a tolerance of ±20 % is accepted.

[h] The values shown are for stator contactors. For rotor contactors, the test shall be made with a current of four times the rated rotor operational current and a power factor of 0,95.

[i] The make conditions for utilization categories AC-3 and AC-4 shall also be verified. The verification may be made during the make and break test, but only with the manufacturer's agreement. In this case, the making current multiples shall be as shown for I/I_e and the breaking current as shown for I_e/I_e. 25 operating cycles shall be made at a control supply voltage equal to 110 % of the rated control supply voltage U_s and 25 operating cycles at 85 % of U_s. The off-times are to be determined from Table 8.

[j] The manufacturer shall verify the AC-6a rating by testing with a transformer or may derive the rating from the values for AC-3 according to Table 9.

[k] A lower ratio of locked rotor to full load current may be used if specified by the manufacturer.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Utilization category	Make and break conditions					
	I_c / I_e	U_r / U_e	Cos ϕ	On-time [b] s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-1	1,5	1,05	0,8	0,05	[f]	50
AC-2	4,0 [h]	1,05	0,65 [h]	0,05	[f]	50
AC-3 [i]	8,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
AC-4 [i]	10,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
AC-5a	3,0	1,05	0,45	0,05	[f]	50
AC-5b	1,5 [c]	1,05	[c]	0,05	60	50
AC-6a	[j]					
AC-6b	1,5 [e]	1,05		[l]	[m]	50
AC-8a [k]	6,0	1,05	a	0,05	f	50
AC-8b [k]	6,0	1,05	a	0,05	f	50
Utilization category	I_c / I_e	U_r / U_e	L / R ms	On-time [b] s	Off-time s	Number of operating cycles
DC-1	1,5	1,05	1,0	0,05	[f]	50 [d]
DC-3	4,0	1,05	2,5	0,05	[f]	50 [d]
DC-5	4,0	1,05	15,0	0,05	[f]	50 [d]
DC-6	1,5 [c]	1,05	[c]	0,05	60	50 [d]
Utilization category	**Make conditions** [i]					
	I / I_e	U / U_e	Cos ϕ	On-time [b] s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-3	10	1,05[g]	[a]	0,05	10	50
AC-4	12	1,05[g]	[a]	0,05	10	50

I = current made. The making current is expressed in d.c. or a.c. r.m.s. symmetrical values but it is understood that, for a.c., the actual peak value during the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value.

I_c = current made and broken, expressed in d.c. or a.c. r.m.s. symmetrical values

I_e = rated operational current

U = applied voltage

U_r = power frequency or d.c. recovery voltage

U_e = rated operational voltage

Cos ϕ = power factor of test circuit

L / R = time-constant of test circuit

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 7 *(continued)*

[a] Cos ϕ = 0,45 for $I_e \leq 100$ A; 0,35 for $I_e > 100$ A.

[b] The time may be less than 0,05 s, provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.

[c] Tests to be carried out with an incandescent light load.

[d] If polarity not marked on the device, 25 operating cycles with one polarity and 25 operating cycles with reverse polarity.

[e] The load shall consist of commercially available capacitor combinations to obtain a steady-state reactive current I_e calculated according to 9.3.3.3.4. Alternatively capacitive ratings may be derived by capacitor switching tests or assigned on the basis of established practice and experience. As a guide, reference may be made to the formula given in Table 9 which does not take into account the thermal effects due to harmonic currents. The available current capacity at the test terminals shall not be less than the prospective current "*r*". It can be determined by analytical evaluation.

[f] See Table 8.

[g] For U / U_e, a tolerance of ±20 % is accepted.

[h] The values shown are for stator contactors. For rotor contactors, the test shall be made with a current of four times the rated rotor operational current and a power factor of 0,95.

[i] The make conditions for utilization categories AC-3 and AC-4 shall also be verified. The verification may be made during the make and break test, but only with the manufacturer's agreement. In this case, the making current multiples shall be as shown for I / I_e and the breaking current as shown for I_c / I_e. 25 operating cycles shall be made at a control supply voltage equal to 110 % of the rated control supply voltage U_s and 25 operating cycles at 85 % of U_s. The off-times are to be determined from Table 8.

[j] The manufacturer shall verify the AC-6a rating by testing with a transformer or may derive the rating from the values for AC-3 according to Table 9.

[k] A lower ratio of I_c / I_e (locked rotor to full load current) may be used if specified by the manufacturer.

[l] The on time shall be long enough in order to reach the stabilized current.

[m] Off-time according to Table 8. The value of a discharge resistor shall be determined to reach less than 50 V at the end of off-time.

Table 8 – Relationship between current broken I_c and off-time for the verification of rated making and breaking capacities

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
800 < $I_c \leq$ 1 000	100
1 000 < $I_c \leq$ 1 300	140
1 300 < $I_c \leq$ 1 600	180
1 600 < I_c	240

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 9 – Operational current determination for utilization categories AC-6a and AC-6b when derived from AC-3 ratings

Rated operational current	Determination from making current for utilization category AC-3
I_e (AC-6a) for switching of transformers having inrush current peaks of not more than 30 times peak of rated current	0,45 I_e (AC-3)
I_e (AC-6b) for switching of single capacitor banks in circuits having a prospective short-circuit current i_k at the location of the capacitor bank	$i_k \frac{x^2}{(x-1)^2}$ with $x = 13{,}3 \times \frac{I_e\ (AC-3)}{i_k}$ and for $i_k > 205\ I_e$ (AC-3)
The expression for the operational current I_e (AC-6b) emanates from the formula for the highest inrush current peak: $$I_{pmax} = \frac{U_e \times \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times \frac{1+\sqrt{\frac{X_C}{X_L}}}{X_L - X_C}$$ where U_e is the rated operational voltage; X_L is the short-circuit impedance of the circuit; X_C is the reactance of the capacitor bank. This formula is valid on condition that capacitance on the supply side of the contactor or starter can be neglected and that there is no initial charge on the capacitor.	

8.2.4.2 Conventional operational performance

Subclause 7.2.4.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Contactors or starters shall be capable of making and breaking currents without failure under the conventional conditions stated in Table 10 for the required utilization categories and the number of operating cycles indicated as specified in 9.3.3.6.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 10 – Conventional operational performance – Making and breaking conditions according to utilization category

Utilization category	Make and break test conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos ϕ	On-time s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-1	1,0	1,05	0,80	0,05[b]	[c]	6 000[j]
AC-2	2,0	1,05	0,65	0,05[b]	[c]	6 000[j]
AC-3	2,0	1,05	[a]	0,05[b]	[c]	6 000[j]
AC-4	6,0	1,05	[a]	0,05[b]	[c]	6 000[j]
AC-5a	2,0	1,05	0,45	0,05[b]	[c]	6 000[j]
AC-5b	1,0[e]	1,05	[e]	0,05[b]	60	6 000[j]
AC-6	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]
AC-8a	1,0	1,05	0,80	0,05[b]	[c]	30 000
AC-8b[h,j]	6,0	1,05	[a]	1	9	5 900
				10	90[d]	100
			— L/R ms			
DC-1	1,0	1,05	1,0	0,05[b]	[c]	6 000[f]
DC-3	2,5	1,05	2,0	0,05[b]	[c]	6 000[f]
DC-5	2,5	1,05	7,5	0,05[b]	[c]	6 000[f]
DC-6	1,0[e]	1,05	[e]	0,05[b]	60	6 000[f]

I_c = current made or broken. Except for AC-5b, AC-6 or DC-6 categories, the making current is expressed in d.c. or a.c. r.m.s. symmetrical values but it is understood that for a.c. the actual peak value during the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value.

I_e = rated operational current

U_r = power frequency or d.c. recovery voltage

U_e = rated operational voltage

[a] Cos ϕ = 0,45 for $I_e \leq 100$ A; 0,35 for $I_e > 100$ A.

[b] The time may be less than 0,05 s, provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.

[c] These off-times shall be not greater than the values specified in Table 8.

[d] The manufacturer may choose any value for the Off-time up to 200 s.

[e] Tests to be carried out with an incandescent light load.

[f] 3 000 operating cycles with one polarity and 3 000 operating cycles with reverse polarity.

[g] Under consideration.

[h] Tests for category AC-8b shall be accompanied by tests for category AC-8a. The tests may be made on different samples.

[i] For manually operated switching devices, the number of operating cycles shall be 1 000 on-load, followed by 5 000 off-load.

[j] A lower ratio of I_c/I_e (locked rotor to full load current) may be used if specified by the manufacturer.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Utilization category	Make and break test conditions					
	I_c / I_e	U_r / U_e	Cos ϕ	On-time s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-1	1,0	1,05	0,80	0,05 [b]	[c]	6 000 [i]
AC-2	2,0	1,05	0,65	0,05 [b]	[c]	6 000 [i]
AC-3	2,0	1,05	[a]	0,05 [b]	[c]	6 000 [i]
AC-4	6,0	1,05	[a]	0,05 [b]	[c]	6 000 [i]
AC-5a	2,0	1,05	0,45	0,05 [b]	[c]	6 000 [i]
AC-5b	1,0 [e]	1,05	[e]	0,05 [b]	60	6 000 [i]
AC-6a	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]
AC-6b	1 [k]	1,05		[l]	[m]	6 000
AC-8a	1,0	1,05	0,80	0,05 [b]	[c]	30 000
AC-8b [h, j]	6,0	1,05	a	1	9	5 900
				10	90 [d]	100
Utilization category	I_c / I_e	U_r / U_e	L / R ms	On-time s	Off-time s	Number of operating cycles
DC-1	1,0	1,05	1,0	0,05 [b]	c	6 000 [f]
DC-3	2,5	1,05	2,0	0,05 [b]	c	6 000 [f]
DC-5	2,5	1,05	7,5	0,05 [b]	c	6 000 [f]
DC-6	1,0 [e]	1,05	[e]	0,05 [b]	60	6 000 [f]

I_c = current made or broken. Except for AC-5b, AC-6 or DC-6 categories, the making current is expressed in d.c. or a.c. r.m.s. symmetrical values but it is understood that for a.c. the actual peak value during the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value.

I_e = rated operational current

U_r = power frequency or d.c. recovery voltage

U_e = rated operational voltage

Cos ϕ = power factor of test circuit

L / R = time-constant of test circuit

[a] Cos ϕ = 0,45 for $I_e \leq 100$ A; 0,35 for $I_e > 100$ A.

[b] The time may be less than 0,05 s, provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.

[c] These off-times shall be not greater than the values specified in Table 8.

[d] The manufacturer may choose any value for the Off-time up to 200 s.

[e] Tests to be carried out with an incandescent light load.

[f] If polarity not marked on the device, 3 000 operating cycles with one polarity and 3 000 operating cycles with reverse polarity.

[g] The manufacturer shall verify the AC-6a rating by testing with a transformer or may derive the rating from the values for AC-3 according to Table 9.

[h] Tests for category AC-8b shall be accompanied by tests for category AC-8a. The tests may be made on different samples.

[i] For manually operated switching devices, the number of operating cycles shall be 1 000 on-load, followed by 5 000 off-load.

[j] A lower ratio of I_c / I_e (locked rotor to full load current) may be used if specified by the manufacturer.

[k] The load shall consist of commercially available capacitor combinations to obtain a steady-state reactive current I_e calculated according to 9.3.3.3.4. Alternatively capacitive ratings may be derived by capacitor switching tests or assigned on the basis of established practice and experience. As a guide, reference may be made to the formula given in Table 9 which does not take into account the thermal effects due to harmonic currents. The available current capacity at the test terminals shall not be less than the prospective current "*r*". It can be determined by analytical evaluation.

[l] The on time shall be long enough in order to reach the stabilized current.

[m] Off-time according to Table 8. The value of a discharge resistor shall be determined to reach less than 50 V at the end of off-time.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.2.4.3 Durability

Subclause 7.2.4.3 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

8.2.4.3.1 Mechanical durability

The mechanical durability of a contactor or starter is verified by a special test conducted at the discretion of the manufacturer. Recommendations for conducting this test are given in Annex B.

8.2.4.3.2 Electrical durability

Electrical durability of a contactor or starter is verified by a special test conducted at the discretion of the manufacturer. Recommendations for conducting this test are given in Annex B.

8.2.4.4 Overload current withstand capability of contactors

Contactors with utilization categories AC-3 or AC-4 shall withstand the overload currents given in Table 11, as specified in 9.3.5.

Table 11 – Overload current withstand requirements

Rated operational current	Test current	Duration of test
≤630 A	8 × I_e max/AC-3	10 s
>630 A	6 × I_e max/AC-3*	10 s
* With a minimum value of 5 040 A.		

NOTE This test also covers duties where the current is less than shown in Table 11 and the test duration is longer than 10 s, provided that the tested value of I^2t is not exceeded.

8.2.4.5 Coil power consumption

Where the power consumption of the coil is given, it shall be tested according to 9.3.3.2.1.2.

8.2.4.6 Pole impedance

Where the pole impedance is given, it shall be tested according to 9.3.3.2.2.2.

8.2.5 Co-ordination with short-circuit protective devices

8.2.5.1 Performance under short-circuit conditions (rated conditional short-circuit current)

The rated conditional short-circuit current of contactors and starters backed up by short-circuit protective device(s) (SCPD(s)), combination starters, combination switching devices, protected starters and protected switching devices shall be verified by short-circuit tests as specified in 9.3.4. These tests are mandatory:

a) at the appropriate value of prospective current shown in Table 13 (test current "*r*"), and

b) at the rated conditional short-circuit current I_q, if higher than test current "*r*".

The rating of the SCPD shall be adequate for any given rated operational current, rated operational voltage and the corresponding utilization category.

Two types of co-ordination are permissible, "1" or "2". The test conditions for both are given in 9.3.4.2.1 and 9.3.4.2.2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Type "1" co-ordination requires that, under short-circuit conditions, the contactor or starter shall cause no danger to persons or installation and may not be suitable for further service without repair and replacement of parts.

Type "2" co-ordination requires that, under short-circuit conditions, the contactor or starter shall cause no danger to persons or installation and shall be suitable for further use. The risk of contact welding is recognized, in which case the manufacturer shall indicate the measures to be taken as regards the maintenance of the equipment.

NOTE Use of an SCPD not in compliance with the manufacturer's recommendations may invalidate the co-ordination.

These tests are applicable to AC motor ratings only.

8.2.5.2 Co-ordination at the crossover current between starter and associated SCPD

Co-ordination at the crossover current between the starter and the SCPD is a special test. The way to verify it is described in B.4.

~~**8.2.6 Void**~~

~~**8.2.7 Additional requirements for combination starters and combination switching devices suitable for isolation**~~

~~Under consideration.~~

8.3 Electromagnetic compatibility (EMC)

8.3.1 General

Subclause 7.3.1 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Power frequency magnetic field tests are not required because the devices are naturally submitted to such fields. Immunity is demonstrated by the successful completion of the operational performance capability tests (see 9.3.3.5 and 9.3.3.6).

This equipment is inherently sensitive to voltage dips and short time interruptions on the control supply; it shall react within the limits of 8.2.1.2 and this is verified by the operating limits tests given in 9.3.3.2.

8.3.2 Immunity

8.3.2.1 Equipment not incorporating electronic circuits

Subclause 7.3.2.1 of IEC 60947-1 applies.

8.3.2.2 Equipment incorporating electronic circuits

Subclause 7.3.2.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

The test results are specified using the performance criteria given in Table 12.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 12 – Specific acceptance criteria for immunity tests

Item	Acceptance criteria		
	A	B	C
General	Normal performance within the specified limits	Temporary degradation or loss of function or performance which is self-recoverable	Temporary degradation or loss of function or performance which requires operator's intervention or system reset. There shall not be any damaged component
Operation of power and control circuits	No unwanted operation - the contactor shall remain in the expected position - the overload relay shall not trip	Temporary unwanted operation which cannot cause tripping Unintentional opening or closing of contacts is not accepted Self-recoverable	Tripping of overload relay Unintentional opening or closing of contacts Not self-recoverable
Operation of displays and auxiliary circuits	No changes to visible display information Only slight light intensity fluctuations of LEDs or movement of characters No unwanted operation of auxiliary contacts	Temporary visible changes, for example unwanted LED illumination Unintentional opening or closing of auxiliary contacts is not accepted.	Permanent loss of display information Unintentional opening or closing of auxiliary contacts is not accepted.
Information processing and sensing functions	Communication and data interchange to external devices without unwanted action or erroneous information	Temporarily disturbed communication with possible external impacts, but self-recoverable	Erroneous processing of information Loss of data and/or information Not self-recoverable

8.3.3 Emission

The level of severity required for environment B covers those required for environment A.

The devices covered by this standard do not generate significant levels of harmonics and therefore no harmonic tests are required.

8.3.3.1 Equipment not incorporating electronic circuits

Subclause 7.3.3.1 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Equipment incorporating only components such as diodes, varistors, resistors or capacitors is not required to be tested (e.g. in surge suppressors).

8.3.3.2 Equipment incorporating electronic circuits

Subclause 7.3.3.2 of part 1 applies.

9 Tests

9.1 Kinds of test

9.1.1 General

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1 applies.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.1.2 Type tests

Type tests are intended to verify compliance of the design of contactors and starters of all types with this standard. They comprise the verification of:

a) temperature rise limits (see 9.3.3.3);
b) dielectric properties (see 9.3.3.4);
c) rated making and breaking capacities (see 9.3.3.5);
d) change-over ability and reversibility, where applicable (see 9.3.3.5);
e) conventional operational performance (see 9.3.3.6);
f) operation and operating limits (see 9.3.3.1 and 9.3.3.2);
g) ability of contactors to withstand overload current (see 9.3.5);
h) performance under short-circuit conditions (see 9.3.4);
i) mechanical properties of terminals (see 8.2.4 of IEC 60947-1);
j) degrees of protection of enclosed contactors and starters (see Annex C of IEC 60947-1);
k) EMC tests, where applicable (see 9.4).

9.1.3 Routine tests

Subclause 8.1.3 of IEC 60947-1 applies where sampling tests (see 9.1.4) are not made.

Routine tests for contactors and starters comprise:

– operation and operating limits (see 9.3.6.2);
– dielectric tests (see 9.3.6.3).

9.1.4 Sampling tests

Sampling tests for contactors and starters comprise:

– operation and operating limits (see 9.3.6.2)
– dielectric tests (see 9.3.6.3).

Subclause 8.1.4 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

A manufacturer may use sampling tests instead of routine tests at his own discretion. Sampling shall meet or exceed the following requirements as specified in IEC 60410 (see Table II-A: Single sampling plans for normal inspection):

– sampling based on AQL ≤ 1;
– acceptance number Ac = 0 (no defect accepted);
– rejection number Re = 1 (if 1 defect, the entire lot shall be tested).

Sampling shall be made at regular intervals for each specific lot.

Alternative statistical methods that ensure compliance with the above IEC 60410 requirements can be used, e.g. statistical methods controlling continuous manufacturing or process control with capability index.

Sampling tests for clearance verification shall be performed according to 8.3.3.4.3 of IEC 60947-1.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.1.5 Special tests

9.1.5.1 General

Special tests are mechanical and electrical durability tests and verification of co-ordination at the crossover current between the starter and the SCPD (see Annex B). The test results can be used to obtain data needed for functional safety applications (see Annex K).

9.1.5.2 Special tests – damp heat, salt mist, vibration and shock

For these special tests, Annex Q of IEC 60947-1 applies with the following additions.

Where Table Q.1 of IEC 60947-1 calls for verification of operational capability, this shall be done according to 9.3.6.2 of this standard.

The vibration tests shall be done on the equipment in the open and closed positions. The overload relay shall not trip during the test. To check the behavior of main and auxiliary contacts, tests can be done under any current /voltage value.

The shock test on the equipment shall be done in the open position.

For the dry heat test, the equipment shall be in the close position during the conditioning period (see 5.3.3 of IEC 60068-2-2). For categories A, B and C, the test may be done without current in the poles and for categories D, E and F, the test shall be done under the maximum rated AC-3 current, but may be limited to 100 A for practical reasons. During the last hour, the contactor shall be operated 5 times. During the whole test the overload relay may trip.

For the low temperature test, the test Ad is to be chosen instead of the test Ab and the equipment shall be in the open position during the cooling period. It shall then be energized for the last hour. For categories A, B and C, the test may be done without current in the poles and for categories D, E and F, the test is done under the maximum rated AC-3 current which may be limited to 100 A for practical reasons. During this last hour the contactor shall be operated 5 times. During the whole test the overload relay shall not trip.

For the damp heat test, for categories A, B and C, the test may be done without current in the poles. For categories D, E and F the equipment shall be energized under the maximum rated AC-3 current for the first cycle and de-energized for the second cycle. The current may be limited to 100 A for practical reasons. After stabilization of the temperature, during the first 2 h of the first cycle and during the last 2 h of the second cycle, the contactor shall be operated 5 times. The overload relay may trip only if it is permitted according to its temperature characteristic.

With the agreement of the manufacturer, the duration of the recovery periods may be reduced.

After the salt mist test, the product may be washed where agreed by the manufacturer.

9.2 Compliance with constructional requirements

9.2.1 General

Subclause 8.2 of IEC 60947-1:2007 applies with the following additions:

9.2.2 Electrical performance of screwless-type clamping units

Subclause 8.2.4.7 of IEC 60947-1:2007, Amendment 1 applies with the following changes:

The number of specimens shall be at least 4.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The insertion and disconnection of the conductors shall be made in accordance with the manufacturer's instructions.

A suitable test arrangement is shown in Figure 10. If the measurement points cannot be positioned within the 10 mm to the point of contact, the voltage difference between the ideal and the actual measuring points shall be deducted from the voltage drop measured. This voltage difference within the part of the conductor shall be determined with a suitable measurement method on one specimen at a stabilised temperature. The measurement methods and the results shall be documented in the test report. The test current is I_{th}.

NOTE 1 Usually it is possible to equip a IEC 60947-4-1 product with many different types of wires (stranded, solid, flexible...) which results in a sufficient number of tests for the same terminal.

NOTE 2 Particular testing method with conductor cross sections larger than 10 mm² is under consideration.

NOTE 3 The device sample may be provided with holes or equivalent arrangements which provide measurement access points for the voltage drop on the terminal.

9.2.3 Ageing test for screwless-type clamping units

Subclause 8.2.4.8 of IEC 60947-1:2007, Amendment 1 applies with the following change:

The test shall be done on the device equipped with the clamping units.

The test current is I_{th}.

NOTE The device sample may be provided with holes or equivalent arrangements which provide measurement access points for the voltage drop on the terminal.

9.3 Compliance with performance requirements

9.3.1 Test sequences

Each test sequence is made on a new sample.

NOTE 1 With the agreement of the manufacturer, more than one test sequence or all test sequences may be conducted on one sample. However, the tests are conducted in the sequence given for each sample.

NOTE 2 Some tests are included in the sequences solely to reduce the number of samples required, the results have no significance for the preceding or following tests in the sequence. Therefore, for convenience of testing and by agreement with the manufacturer, these tests may be conducted on separate new samples and omitted from the relevant sequence. This only applies to the following tests when called for:

Subclause 8.3.3.4.1, item 7) of IEC 60947-1 : Verification of creepage distances.

Subclause 8.2.4 of IEC 60947-1: Mechanical properties of terminals.

Annex C of IEC 60947-1 : Degrees of protection of enclosed equipment.

The test sequence shall be as follows.

a) Test sequence 1
   1) verification of temperature rise (see 9.3.3.3)
   2) verification of operation and operating limits (see 9.3.3.1 and 9.3.3.2)
   3) verification of dielectric properties (see 9.3.3.4)
b) Test sequence 2
   1) verification of rated making and breaking capacities, change-over ability and reversibility, where applicable (see 9.3.3.5)
   2) verification of conventional operational performance (see 9.3.3.6)
c) Test sequence 3

   performance under short-circuit conditions (see 9.3.4);

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

d) Test sequence 4 (applicable to contactors only)

verification of ability to withstand overload currents (see 9.3.5);

e) Test sequence 5

1) verification of mechanical properties of terminals (see 8.2.4 of IEC 60947-1:2007, 9.2.1 and 9.2.2);

2) verification of degrees of protection of enclosed contactors and starters (see Annex C of IEC 60947-1).

There shall be no failure in any of the tests.

9.3.2 General test conditions

Subclause 8.3.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

The selection of samples to be tested for a series of devices with same fundamental design and without significant difference in construction shall be based on engineering judgement.

Except for devices specifically rated for only one frequency, tests performed at 50 Hz are deemed to cover 60 Hz applications and vice-versa.

Unless otherwise specified in the relevant test subclause, the clamping torque for connections shall be that specified by the manufacturer or, if not specified, the torque given in Table 4 of IEC 60947-1.

9.3.3 Performance under no load, normal load and overload conditions

9.3.3.1 Operation

It shall be verified that contactors and starters operate according to the requirements of 8.2.1.1.2.

To verify the insensitivity of the starter to contactor operation, the starter shall be loaded to attain a steady state temperature as stated in 8.2.2 and the contactor operated in the normal switching sequence three times without intentional delay between operations. The starter shall not trip due to the contactor operation.

When the overload relay has a combined stop and reset actuating mechanism, with the contactor closed, the resetting mechanism shall be operated and this shall cause the contactor to drop out. When the overload relay has either a reset only or separate stop and reset actuating mechanisms, with the contactor closed and the resetting mechanism in the reset position, the tripping mechanism shall be operated and the contactor shall have been caused to drop out. These tests are to verify that the overload tripping action cannot be defeated by holding the resetting mechanism in the reset position.

In the case of rheostatic rotor starters, tests shall be performed to verify that the time setting of time-delay relays and the calibration of any other devices used for controlling the rate of starting are within the limits stated by the manufacturer.

The value of the starting resistors shall be verified for each section to be within ±10 % of the stated figures.

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

It shall also be verified that the open-circuit voltages on the tapping terminals of the auto-transformer are in accordance with the designed figures and that the phase sequence at the

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

motor terminals of the two-step auto-transformer starter is correct in both the starting and ON positions of the starter.

9.3.3.2 Operating limits

9.3.3.2.1 Power-operated equipment

9.3.3.2.1.1 General

Contactors and starters shall be tested to verify their performance according to the requirements given in 8.2.1.2.

The drop out test requirements of 8.3.3.2.1 of IEC 60947-1:2007, Amendment 1 applies.

9.3.3.2.1.2 Coil power consumption

9.3.3.2.1.2.1 General

A contactor coil is evaluated for both holding power and pick-up power.

In the case where different coils cover a range of voltages, 5 coils shall be tested as follows:

The coil with the lowest rated control supply voltage U_s, the coil with the highest rated control supply voltage U_s, plus 3 coils deemed to be representative of the coils with the highest calculated hold power at the discretion of the manufacturer.

The test shall be performed at ambient temperature +23 °C ± 3 °C. The test shall be made without any load in the main and auxiliary circuits. The coil shall be supplied with the rated control supply voltage U_s and at the rated frequency. For a given coil, where a voltage range is declared, the test shall be made at the highest voltage at the respective frequency.

The measured values shall be obtained with a r.m.s. measurement method covering at least a bandwidth from 0 Hz to 10 kHz and the resulting power values shall be given within a measurement uncertainty better than 5 %.

9.3.3.2.1.2.2 Holding power for conventional and electronically controlled electromagnet

The current measurement $I_{(i)}$ of the coil shall be performed after the coil has been energized and has reached a stable temperature.

The holding power consumption is defined as follows:

$S_{h(i)} = U_{s(i)} \times I_{(i)}$ [VA] for a.c. controlled contactor;

$P_{c(i)} = U_{s(i)} \times I_{(i)}$ [W] for d.c. controlled contactor.

The published value shall be equal to the average value of the 5 tested coils.

$S_h = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)}) / 5$ [VA] respectively $P_c = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)}) / 5$ [W]

NOTE The power dissipation for an a.c. controlled contactor can also be expressed in [W], taking into account the power factor.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.3.3.2.1.2.3 Pick-up power for a.c. controlled contactor or d.c. controlled contactor with separate pick-up and hold-on windings

The pick-up measurement shall be performed directly after the measurement of the hold current (see 9.3.3.2.1.2.2).

The current measurement $I_{(i)}$ of the coil shall be performed immediately after the coil has been de-energized, the contactor has been held in the Off position and re-energized.

The pick-up power consumption is defined as follows:

$S_{p(i)} = U_s \times I_{(i)}$ [VA] for a.c. controlled contactor;

$P_{p(i)} = U_s \times I_{(i)}$ [W] for d.c. controlled contactor with separate pick-up and hold windings.

The published value shall be equal to the average value of the 5 tested coils.

$S_p = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)}) / 5$ [VA] respectively $P_p = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)}) / 5$ [W]

NOTE Unless otherwise stated in the manufacturer literature, for d.c. conventional controlled contactor, the pick-up power is equal to the holding power.

9.3.3.2.1.2.4 Pick-up power for electronically controlled electromagnet

Under consideration.

9.3.3.2.1.3 Pole impedance

The pole impedance shall be determined during the test and with the conditions given in 9.3.3.3.4. The test in an enclosure is not deemed necessary even if the contactor can be used in an individual enclosure.

The voltage drop U_d shall be measured between the line and load terminals (terminals included) of the contactor preferably at the same time the temperature rise is measured.

The impedance per pole is defined as follows:

$Z = U_d / I_{th}$ [Ω]

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

NOTE The method is the same irrespective of the number of poles of the contactor.

9.3.3.2.2 Relays and releases

a) Operation of under-voltage relays and releases

~~Under-voltage relays or releases shall be tested for compliance with the requirements of 8.2.1.3. Each limit shall be verified three times.~~

~~For the drop-out test, the voltage shall be reduced from the rated value to zero at an uniform rate in approximately 1 min.~~

Under-voltage relays or releases shall be tested for compliance with the requirements of 8.2.1.3. When associated with a switching device, the release shall be fitted to the switching device having the maximum current rating for which the release is suitable.

1) Drop-out voltage

The voltage shall be reduced from rated control supply voltage at a rate to reach 0 V in approximately 30 s.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The test for the lower limit is made without previous heating of the release coil. In the case of a release with a range of rated control supply voltage, this test applies to the maximum voltage of the range. When associated with a switching device, the test for the lower limit is made without current in the main circuit.

The test for the upper limit is made starting from a constant temperature corresponding to the application of rated control supply voltage to the release and rated current in the main poles. This test may be combined with the temperature-rise test of 9.3.3.3. In the case of a release with a range of rated control supply voltage, this test is made at the minimum rated control supply voltage.

2) Test for limits of operation when associated with a switching device

Starting with the main circuit open, at the temperature of the test room, and with the supply voltage at 35 % rated maximum control supply voltage, it shall be verified that the switching device cannot be closed by the operation of its actuator. When the supply voltage is raised to 85 % of the minimum control supply voltage, it shall be verified that the switching device can be closed by the operation of its actuator.

3) Performance under over-voltage conditions

When associated with a switching device, the test is made without current in the main circuit. The test at 110 % of the rated supply voltage shall be made for 30 min or until the temperature has reached thermal equilibrium and without impairing its functions. Verification shall be made according 2) above.

b) Shunt-coil operated releases

~~Shunt-coil operated releases shall be tested for compliance with the requirements of 8.2.1.4. Operation shall be verified at 70 % and 110 % of rated voltage under all operating conditions of the starter.~~

Shunt releases shall be tested for compliance with the requirements of 8.2.1.4 at the ambient temperature. When associated with a switching device, the release shall be fitted to the switching device having the maximum rated current for which the release is suitable.

In the case of a release having a range of rated control supply voltages, the test voltages shall be 70 % of the minimum rated control supply voltage and 110 % of the maximum rated control voltage.

c) Thermal, electronic and time-delay magnetic overload relays

Overload relays and starters shall be connected using conductors in accordance with Table 9, Table 10 and Table 11 of IEC 60947-1 for test currents corresponding to:

– 100 % of the current setting of the overload relay for overload relays of trip classes 2, 3, 5 and 10 A for all overload relay types (see Table 2) and 10, 20, 30 and 40 for electronic overload relay types;

– 125 % of the current setting of the overload relay for thermal overload relays of trip classes 10, 20, 30 and 40 (see Table 2) and for overload relays for which a maximum tripping time greater than 40 s is specified (see 5.7.3).

It shall be verified that relays and releases operate according to the requirements of 8.2.1.5.1 with all poles energized.

The characteristics defined in 8.2.1.5.1 shall be verified at −5 °C, +20 °C, +40 °C. In addition any declared time-current characteristics outside the –5 °C, +40 °C range shall be verified at minimum and maximum temperatures. However, for relays or releases declared compensated for ambient temperature, in case of temperature range declared by the manufacturer is outside the range given in Table 3, the characteristics at –5 °C and/or +40 °C need not be verified if, when tested at the declared minimum and maximum temperatures, the corresponding tripping current values are in compliance with the limits specified for –5 °C and/or +40 °C in that Table 3.

For electronic overload relays, the thermal memory test verification of 8.2.1.5.1.2 shall be carried out at +20 °C.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Three-pole thermal or electronic overload relays energized on two poles only shall be tested as stated in 8.2.1.5.2 on all combinations of poles and at the maximum and minimum current settings for relays with adjustable settings.

d) Instantaneous magnetic overload relays

Each relay shall be tested separately. The current through the relay shall be increased at a rate suitable for an accurate reading to be made. The values shall be as stated in 8.2.1.5.3.

e) Under-current relays

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.4.1.

f) Under-current relays in automatic change-over

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.4.2.

g) Stall relays

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.5.

For current sensing stall relays, the verification shall be made for the minimum and for the maximum set current values and for the minimum and maximum stall inhibit time (four settings).

For stall relays operating in conjunction with a rotation sensing mean, the verification shall be made for the minimum and maximum stall inhibit time. The sensor can be simulated by an appropriate signal on the sensor input of the stall relay.

h) Jam relays

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.6.

The verification shall be made for the minimum and for the maximum set current values and for the minimum and maximum jam inhibit time (four settings).

For each of the four settings, the test shall be made under the following conditions:

– apply a test current of 95 % of the set current value. The jam relay shall not trip;

– increase the test current to 120 % of the set current value. The jam relay shall trip according to the requirements given in 8.2.1.5.6.

9.3.3.3 Temperature rise

9.3.3.3.1 Ambient air temperature

Subclause 8.3.3.3.1 of IEC 60947-1 applies.

9.3.3.3.2 Measurement of the temperature of parts

Subclause 8.3.3.3.2 of IEC 60947-1 applies.

9.3.3.3.3 Temperature rise of a part

Subclause 8.3.3.3.3 of IEC 60947-1 applies.

9.3.3.3.4 Temperature rise of the main circuit

Subclause 8.3.3.3.4 of IEC 60947-1 applies with the following additions. The main circuit shall be loaded as stated in 8.2.2.4.

All auxiliary circuits which normally carry current shall be loaded at their maximum rated operational current (see 5.6) and the control circuits shall be energized at their rated voltages.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The starter shall be fitted with an overload relay complying with 5.7.4 and selected as follows:

– Non-adjustable relay

  The current setting shall be equal to the maximum operational current of the starter and the test shall be made at this current;

– Adjustable relay

  The maximum current setting shall be that which is nearest to but not greater than the maximum operational current of the starter.

  The test shall be made with that overload relay for which the current setting is nearest to the maximum of its scale.

NOTE 1 The selection method described above is designed to ensure that the temperature rise of the field wiring terminals of the overload relay and the power dissipated by the starter are not less than those that will occur under any combination of relay and contactor. In cases where the effect of the overload relay on these values is insignificant (i.e. electronic overload relays), the test current shall always be the maximum operational current of the starter.

For equipment intended for utilization category AC-6b, the test current for the temperature rise test shall be equal to 1,35 times I_e (the rated capacitive current). I_e shall be calculated as follow:

– $I_e = Q$ (var) / U_e for single-phase rating, where U_e is the minimum rated voltage;

– $I_e = Q$ (var) / ($U_e \times \sqrt{3}$) for three-phases rating, where U_e is the minimum rated voltage.

NOTE 2 This calculation follows the requirements of IEC 60381-1.

The test shall be done with cross section of conductor based on 1,35 times I_e (the rated capacitive current).

9.3.3.3.5 Temperature rise of control circuits

Subclause 8.3.3.3.5 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

The temperature rise shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.6 Temperature rise of coils and electromagnets

Subclause 8.3.3.3.6 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

The coil with the highest power consumption, for a given frequency a.c. or d.c., according to 9.3.3.2.1.2.2 is deemed to be representative for all coils, for the same contactor, and shall be used for the temperature rise test.

a) Electromagnets of contactors or starters intended for uninterrupted or 8 h duty are subjected only to the conditions prescribed in 8.2.2.7.1, with the corresponding rated current flowing through the main circuit for the duration of the test. The temperature rise shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.

b) Electromagnets of contactors or starters intended for intermittent duty shall be subjected to the test as stated above, and also to the test prescribed in 8.2.2.7.2 dealing with their duty class, with no current flowing through the main circuit.

c) Specially rated (temporary and periodic duty) windings shall be tested as stated in 8.2.2.7.3, without the current in the main circuit.

9.3.3.3.7 Temperature rise of auxiliary circuits

Subclause 8.3.3.3.7 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

The temperature rise shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.3.3.3.8 Temperature rise of starting resistors for rheostatic rotor starters

The temperature rise of resistors shall not exceed the limits specified in Table 3 of IEC 60947-1, when the starter is operated at its rated duty (see 5.3.4) and according to its starting characteristics (see 5.3.5.5.1).

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 5.3.4 and 5.3.5.5.1); in practice, the current value I_m 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 of the issuing air shall not exceed the limits specified in Table 3 of IEC 60947-1.

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

9.3.3.3.9 Temperature rise of the auto-transformer for two-step auto-transformer starters

The temperature rise of the auto-transformer shall not exceed the limits specified in Table 5 increased by 15 ~~%~~ K (see 8.2.2) and those specified in Table 3 of IEC 60947-1:2007, when the starter is operated at its rated duty (see 5.3.4).

The current through each winding of the auto-transformer shall be thermally equivalent to the current carried when the controlled motor is operating with the maximum starting current and starting time for which the starter is rated (see 5.3.5.5.3); this condition is assumed to be reached when the current drawn from the auto-transformer during the starting time is equal to the maximum starting current specified in 5.3.5.5.3 multiplied by:

$$0{,}8 \times \frac{\text{starting voltage}}{U_e} \quad \text{(see 5.3.1.4)}$$

The operating cycles shall be evenly spaced in time according to the number of starts per hour (see 5.3.4.3).

In the event of two successive operating cycles (see 5.3.4.3), the temperature rise of the auto-transformer may exceed the maximum value given in 8.2.2 but no damage shall result to the auto-transformer.

In the case of an auto-transformer with several sets of taps, the test shall be made with the taps giving the highest power loss in the transformer; it shall be made over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a constant value.

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

9.3.3.4 Dielectric properties

Subclause 8.3.3.4 of IEC 60947-1 applies with the following modifications.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.3.3.4.1 Type tests

Subclause 8.3.3.4.1 of IEC 60947-1 applies with the addition of

– the following sentences, at the end of item 1):

  The metal foil shall be applied to all surfaces where these are likely to be touched by people during normal operation or adjustment of the equipment and where such surfaces can also be touched by the standard test finger.

  The metal foil shall not be applied for power frequency withstand verification after switching and short-circuit tests.

– the following sentence, after the second paragraph of item 2) b):

  Circuits of a contactor or starter including devices which have been subjected to U_{imp} test voltages lower than those specified in 7.2.3.1 of IEC 60947-1 and 8.3.3.4.2 of IEC 60947-1 may be disconnected for the test, according to the manufacturer's instructions.

– the following sentence, after the paragraph of item 2) c) ii):

  Where the control circuit normally connected to the main circuit is disconnected (according to 8.3.3.4.1 of IEC 60947-1, item 2) b)), the method used to maintain the main contacts closed shall be indicated in the test report.

– the following sentence at the end of 8.3.3.4.1 of IEC 60947-1, item 8):

  For equipment suitable for isolation, the leakage current shall be measured through each pole with the contacts in the open position, at a test voltage of 1,1 U_e and shall not exceed 0,5 mA.

Verification of impulse withstand voltage across open contacts is not required for equipment not suitable for isolation (see 8.3.3.4.1, item 2) c) iv) of IEC 60947-1).

9.3.3.5 Making and breaking capacities

Subclause 8.3.3.5 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

9.3.3.5.1 General test conditions

The tests shall be made, under the operating conditions stated in Table 7, without failure, see 9.3.3.5.5 f).

The control supply voltage shall be 100 % of U_S, except that, for the make only test of utilization categories AC-3 and AC-4, the control supply voltage shall be 110 % of U_S for half the number of operating cycles and 85 % of U_S for the other half.

NOTE If there is no distinction between U_s and U_c, then the test has to be done with U_c accordingly.

Connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the contactor or starter is in service. If necessary, or for convenience, the control and auxiliary circuits, and in particular the magnet coil of the contactor or starter, may be supplied by an independent source. Such a source shall deliver the same kind of current and the same voltage as specified for service conditions.

The overload relay and the SCPD of the starter may be short-circuited for the purpose of carrying out the rated making and breaking capacity tests.

9.3.3.5.2 Test circuit

Subclause 8.3.3.5.2 of IEC 60947-1 applies.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.3.3.5.3 Characteristics of transient recovery voltage

Subclause 8.3.3.5.3 of IEC 60947-1 applies to utilization categories AC-2, AC-3, AC-4, AC-8a and AC-8b (see Table 1).

It is not necessary to adjust factor γ or the oscillatory frequency for testing making capacity only (in AC-3 and AC-4).

9.3.3.5.4 Void

~~Subclause 8.3.3.5.4 of IEC 60947-1 applies with the following addition:~~

~~The switching overvoltages shall be verified on the load side between phases for multipole devices and across the load for single-pole devices.~~

~~The test procedure is under consideration.~~

9.3.3.5.5 Rated making and breaking capacities

If the contactor in a starter has separately satisfied the requirements of item a) hereafter for the utilization category of the starter, the starter need not be tested.

a) Rated making and breaking capacities of contactors

The contactor shall make and break the current corresponding to its utilization category and for the number of operating cycles given in Table 7. See also item d) hereafter for reversing contactors.

Contactors of utilization categories AC-3 and AC-4 shall be subjected to 50 making only operations followed by 50 making and breaking operations.

b) Rated making and breaking capacity of direct-on-line and two direction starters (AC-3) and stator switching devices of rheostatic rotor starters (AC-2)

The starter shall make and break the current corresponding to its utilization category for the number of operating cycles given in Table 7.

Starters of utilization category AC-3 shall be subjected to 50 making only operations followed by 50 making and breaking operations.

c) Rated making and breaking capacities and change-over ability of star-delta starters (AC-3) and two-step auto-transformer starters (AC-3)

The starter shall make and break the currents corresponding to its utilization category given in Table 7.

Both the starting and the ON or delta position of the starters shall first be subjected to 50 making only operations, the current being broken by a separate switching device.

The starter shall then be subjected to the 50 making and breaking operations. Each operating cycle shall consist of the following sequences:

– make the current in the starting or star position;
– break the current in the starting or star position;
– make the current in the ON or delta position;
– break the current in the ON or delta position;
– off period.

The load circuit shall be connected to the starter as would be the windings of a motor. The rated operational current of the starter (I_e) is the current in the ON or delta position.

NOTE In the case of star-delta starters, it is important that the test currents be measured in star and delta since the supply impedance has a significant effect on the transformation ratio.

When a transformer has more than one output voltage, it shall be connected to give the highest starting voltage.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The on-time in the starting and ON positions and the off-time shall be as stated in Table 7.

d) Rated making and breaking capacities of direct-on-line and reversing starters (AC-4)

The starters shall make and break the currents given in Table 7.

The 50 making only operations shall be done first, the current being broken by a separate switching device, followed by the 50 making and breaking operations.

The load circuit shall be connected to the starter as would be the windings of a motor.

For starters incorporating two contactors, two contactors A and B shall be used and wired as in normal application. Each sequence of the 50 operations shall be:

close A – open A – close B –
open B – off period

The change-over from "open A" to "close B" shall be made as fast as the normal control system will allow.

Mechanical or electrical interlocking means provided in the starter or available for associating contactors as reversing devices shall be used.

If the reversing circuit arrangement is such that both contactors can be energized simultaneously, ten additional sequences shall be conducted with both contactors energized simultaneously.

e) Rated making and breaking capacities of the rotor switching devices of a rheostatic rotor starter

Verification of the making and breaking capacities of the rotor switching devices shall be performed as in 9.3.3.5.5 b) for AC-2 category where $I_e = I_{er}$, the maximum rated rotor current for which the starter is designed. $U_e = U_{er}$ (rated rotor operational voltage) and U/U_e shall be 0,8. The power factor shall be 0,95. The starting resistors may be disconnected for these tests and, for starters having more than two steps, the test shall be performed on each switching device in turn. Since the rotor switching devices in starters having more than two steps do not break and make at the full rotor voltage, the voltage for these tests may be reduced in the ratio:

$$\frac{\text{Starting resistance switched}}{\text{Total starting resistance}}$$

When a starter is so connected that the circuit is opened by the stator switch before the rotor switching devices open, no verification of the breaking capacity is necessary.

For rotor switching devices which have previously satisfied the requirements corresponding to those specified above, no further tests are needed.

f) Behaviour and condition of the contactor or starter during and after the making and breaking capacity, change-over and reversing tests

During the tests within the limits of the specified making and breaking capacities of 9.3.3.5 and the verification of conventional operational performance of 9.3.3.6.1 to 9.3.3.6.6, there shall be no permanent arcing, no flash-over between poles, no blowing of the fusible element in the earth circuit (see 9.3.3.5.2) and no welding of the contacts.

The contacts shall operate when the contactor or starter is switched by the applicable method of control.

9.3.3.6 Operational performance capability

Subclause 8.3.3.6 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

Tests concerning the verification of conventional operational performance are intended to verify that a contactor or starter is capable of fulfilling the requirements given in Table 10.

Connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the contactor or starter is in service.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The overload relay and the SCPD of the starter may be short-circuited for the purpose of carrying out the tests.

The test circuit given in 9.3.3.5.2 is applicable and the load is to be tuned according to 9.3.3.5.3.

The control voltage shall be 100 % of the rated control supply voltage.

If the contactor in a starter has separately satisfied the requirements of 9.3.3.6.1 for the utilization category of the starter, the starter need not be tested.

9.3.3.6.1 Conventional operational performance of contactors

The contactor shall make and break the current corresponding to its utilization category and for the number of operating cycles given in Table 10. See also 9.3.3.6.4.

9.3.3.6.2 Conventional operational performance of direct-on-line and two direction starters (AC-3) and stator switching devices of rheostatic rotor starters (AC-2)

The starter shall make and break the current corresponding to its utilization category and for the number of operating cycles given in Table 10.

9.3.3.6.3 Conventional operational performance of star-delta starters (AC-3) and two-step auto-transformer starters (AC-3)

The starter shall make and break the current corresponding to its utilization category for the number of operating cycles given in Table 10.

The test procedure shall be as stated in 9.3.3.5.5, item c), except that the 50 making only operations are not done.

9.3.3.6.4 Conventional operational performance of direct-on-line and reversing starters (AC-4)

The starter shall make and break the current corresponding to its utilization category for the number of operating cycles given in Table 10.

The test procedure shall be as stated in 9.3.3.5.5, item d), except that the 50 making only operations and the 10 additional sequences of simultaneous energizing are not done.

9.3.3.6.5 Conventional operational performance of the rotor switching devices of a rheostatic rotor starter

Verification of conventional operational performance of the rotor switching devices shall be performed as in 9.3.3.6.1 for the AC-2 category given in Table 10.

The test procedure shall be as stated in 9.3.3.5.5, item e).

9.3.3.6.6 Behaviour of the contactor or starter during, and its condition after, the conventional operational performance tests

The requirements of 9.3.3.5.5, item f), shall be fulfilled and then the verification of power frequency withstand according to 8.3.3.4.1, item 4), of IEC 60947-1 shall be made.

For equipment suitable for isolation, the leakage current shall be measured through each pole, with the contacts in the open position, at a test voltage of 1,1 U_e and shall not exceed 2 mA.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

For equipment provided with mirror contacts, the additional test of F.7.3 shall be carried out.

9.3.4 Performance under short-circuit conditions

This subclause specifies test conditions for verification of compliance with the requirements of 8.2.5.1. Specific requirements regarding test procedure, test sequences, condition of equipment after the test and types of co-ordination are given in 9.3.4.1 and 9.3.4.2.

9.3.4.1 General conditions for short-circuit tests

9.3.4.1.1 General requirements for short-circuit tests

Subclause 8.3.4.1.1 of IEC 60947-1 applies with the following modification.

~~If devices tested in free air may also be used in individual enclosures, they shall be additionally tested in the smallest of such enclosures stated by the manufacturer. For devices tested only in free air, information shall be provided to indicate as not suitable for use in an individual enclosure.~~

If devices tested in free air may also be used in an individual enclosure, they shall be additionally tested in the smallest of such enclosures stated by the manufacturer. For devices tested only in free air, information shall be provided to indicate that the device has not been evaluated for use in an individual enclosure.

NOTE An individual enclosure is an enclosure designed and dimensioned to contain one device (starter, etc) only.

The individual enclosure shall be in accordance with the manufacturer specifications. In case of multiple enclosure options are provided, the individual enclosure with the smallest volume shall be taken.

Enclosed stationary and moveable assemblies are tested according to IEC 61439-1.

9.3.4.1.2 Test circuit for the verification of short-circuit ratings

Subclause 8.3.4.1.2 of IEC 60947-1 applies except that, for type "1" co-ordination, the fusible element F and the resistor R_L are replaced by a solid 6 mm² wire of 1,2 m to 1,8 m in length, connected to the neutral, or with the agreement of the manufacturer, to one of the phases.

NOTE This larger size of wire is not used as a detector but to establish an "earth" condition allowing the damage to be evaluated.

9.3.4.1.3 Power-factor of the test circuit

Subclause 8.3.4.1.3 of IEC 60947-1 applies.

If Table 17 is used, the power factor is given in this Table 17.

9.3.4.1.4 Time-constant of the test circuit

Subclause 8.3.4.1.4 of IEC 60947-1 applies.

9.3.4.1.5 Calibration of the test circuit

Subclause 8.3.4.1.5 of IEC 60947-1 applies.

9.3.4.1.6 Test procedure

Subclause 8.3.4.1.6 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The contactor or the starter and its associated SCPD, or the combination starter, the combination switching device, the protected starter or the protected switching device, shall be mounted and connected as in normal use. They shall be connected in the test circuit using a maximum of 2,4 m of cable (corresponding to the operational current of the starter) for each main circuit.

If the SCPD is separate from the starter, it shall be connected to the starter using the cable specified above. (The total length of cable shall not exceed 2,4 m.)

Three-phase tests are considered to cover single-phase applications.

9.3.4.1.7 Void

9.3.4.1.8 Interpretation of records

Subclause 8.3.4.1.8 of IEC 60947-1 applies.

9.3.4.2 Conditional short-circuit current of contactors, starters, combination starters, combination switching devices, protected starters and protected switching devices

The contactor or starter and the associated SCPD, or the combination starter, the combination switching device, the protected starter or the protected switching device, shall be subjected to the tests given in 9.3.4.2.1 and 9.3.4.2.2. The tests shall be so conducted that conditions of maximum I_e and of maximum U_e for utilization category AC-3 are covered.

For a magnetically operated contactor or starter, the magnet shall be held closed by a separate electrical supply at the rated control supply voltage U_s. The SCPD used shall be as stated in 8.2.5.1. If the SCPD is a circuit-breaker with an adjustable current setting, the test shall be done with the circuit-breaker adjusted to the maximum setting for the declared type of co-ordination and discrimination.

During the test, all openings of the enclosure shall be closed as in normal service and the door or cover secured by the means provided.

A starter covering a range of motor ratings and equipped with interchangeable overload relays shall be tested with the overload relay with the highest impedance and the overload relay with the lowest impedance together with the corresponding SCPDs.

For type "1" co-ordination, a new test sample may be used for each operation stated in 9.3.4.2.1 and 9.3.4.2.2.

For type "2" co-ordination, one sample shall be used for the tests at the prospective current "*r*" (see 9.3.4.2.1) and one sample for the tests at current I_q (see 9.3.4.2.2).

By agreement of the manufacturer, the tests at *r* and I_q may be carried out on the same sample.

9.3.4.2.1 Test at the prospective current "*r*"

The circuit shall be adjusted to the prospective test current corresponding to the rated operational current I_e according to Table 13 or preferably Table 17 at the discretion of the manufacturer. Both tables are considered equivalent for the product to comply with this standard.

The contactor or starter and the associated SCPD, or the combination starter, the combination switching device, the protected starter or the protected switching device, shall then be connected in the circuit. The following sequence of operations shall be performed:

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

a) one breaking operation of the SCPD shall be performed with all the switching devices closed prior to the test ("O" operation);

b) one breaking operation of the SCPD shall be performed by closing the contactor or starter on to the short-circuit ("CO" operation).

Table 13 – Value of the prospective test current according to the rated operational current

Rated operational current I_e (AC-3)a A	**Prospective current "*r*"** kA
~~0 <~ $I_e \leq 16$	1
$16 < I_e \leq 63$	3
$63 < I_e \leq 125$	5
$125 < I_e \leq 315$	10
$315 < I_e \leq 630$	18
$630 < I_e \leq 1\,000$	30
$1\,000 < I_e \leq 1\,600$	42
$1\,600 < I_e$	Subject to agreement between manufacturer and user

a If the contactor or starter is not specified according to utilization category AC-3, the prospective current "*r*" shall ~~correspond to the highest rated operational current for any utilization category claimed by the manufacturer~~ be subject of agreement between manufacturer and user.

Table 17 – Value of the prospective test current according to the rated operational current (harmonized table)

Rated operational current I_e (AC-3) [a, e] A	**Prospective current "*r*"** kA [f]	**Power factor**
$I_e \leq 12$	1	0,7 - 0,8
$12 < I_e \leq 50$ [b]	3	0,7 - 0,8
$50 < I_e \leq 100$ [c]	5	0,7 - 0,8
$100 < I_e \leq 250$ [d]	10	0,5 - 0,7
$250 < I_e \leq 500$	18	0,2 - 0,3
$500 < I_e \leq 800$	30	0,2 - 0,3
$800 < I_e \leq 1\,300$	42	0,2 - 0,3
$1\,300 < I_e$	Subject to agreement between manufacturer and user.	0,2 - 0,3

[a] If the contactor or starter is not specified according to utilization category AC-3, the prospective current "*r*" shall be subject of agreement between manufacturer and user.

[b] at 690 V and above: $12 < I_e \leq 63$

[c] at 690 V and above: $63 < I_e \leq 125$

[d] at 690 V and above: $125 < I_e \leq 250$

[e] Rated operational current may be marked "motor full load current" in North America.

[f] Prospective current "*r*" may be called "standard fault current" in North America.

~~The power factor or the time-constant shall be according to 8.3.4.1.4 of IEC 60947-1.~~

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE Table 17 has been introduced for harmonization purpose with UL 60947-4-1 and is equivalent to UL 60947-4-1.

9.3.4.2.2 Test at the rated conditional short-circuit current I_q

NOTE This test is done if the current I_q is higher than the current "*r*".

The circuit shall be adjusted to the prospective short-circuit current I_q equal to the rated conditional short-circuit current.

If the SCPD is a fuse and the test current is within the current-limiting range of the fuse, then, if possible, the fuse shall be selected to permit the maximum peak let-through current (I_p) and the maximum let-through energy (I^2t).

The contactor or starter and the associated SCPD, or the combination starter, the combination switching device, the protected starter or the protected switching device, shall then be connected to the circuit.

The following sequence of operations shall be performed:

a) one breaking operation of the SCPD shall be performed with all the switching devices closed (“O” operation) prior to the test.

b) one breaking operation of the SCPD shall be performed by closing (“CO” operation) the contactor or starter on to the short-circuit.

c) in the case of a combination starter or a protected starter, with the switching device of the SCPD having a short-circuit breaking capacity or rated conditional short-circuit current less than the rated conditional short circuit current of the combination starter or protected starter the following additional test shall be made. One breaking operation of the SCPD shall be performed by closing (“CO” operation) the switching device (switch or circuit-breaker) on to the short-circuit, the contactor or starter already being closed. This operation may be performed either on a new sample (starter and SCPD) or on the first sample with the agreement of the manufacturer. After this operation only conditions a) to g) of 9.3.4.2.3 shall be verified.

9.3.4.2.3 Results to be obtained

The contactor, starter, or the combination starter, the combination switching device, the protected starter or the protected switching device, shall be considered to have passed the tests at the prospective current "*r*" and, where applicable, the prospective current I_q, if the following conditions are met for the claimed type of co-ordination.

Both types of co-ordination (all devices):

a) The fault current has been successfully interrupted by the SCPD, the combination starter or the combination switching device and the fuse or fusible element or solid connection between the enclosure and supply shall not have melted.

b) The door or cover of the enclosure has not been blown open and it is possible to open the door or cover. Deformation of the enclosure is considered acceptable provided that the degree of protection by the enclosure is not less than IP2X.

c) There is no damage to the conductors or terminals and the conductors have not been separated from the terminals.

d) There is no cracking or breaking of an insulating base to the extent that the integrity of mounting of a live part is impaired.

Both types of co-ordination (combination starters, combination switching devices, protected starters and protected switching devices only):

e) The circuit-breaker or the switch is capable of being opened manually by its operating means.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

f) Neither end of the SCPD is completely separated from its mounting means to an exposed conductive part.

g) If a circuit-breaker with rated ultimate short-circuit breaking capacity less than the rated conditional short-circuit current assigned to the combination starter, the combination switching device, the protected starter or the protected switching device is employed, the circuit-breaker shall be tested to trip as follows:

   1) circuit-breakers with instantaneous trip relays or releases: at 120 % of the trip current.

   2) circuit-breakers with overload relays or releases: at 250 % of the rated current of the circuit-breaker.

Type "1" co-ordination (all devices):

h) There has been no discharge of parts beyond the enclosure. Damage to the contactor and the overload relay is acceptable. The starter may be inoperative after each operation. The starter shall therefore be inspected and the contactor and/or the overload relay and the release of the circuit-breaker shall be reset if necessary and, in the case of fuse protection, all fuse-links shall be replaced.

Type "1" co-ordination (combination and protected starters only):

i) The adequacy of insulation in accordance with 8.3.3.4.1, item 4), of IEC 60947-1 is verified after each operation (at currents "*r*" and "I_q") by a dielectric test on the complete unit under test (SCPD plus contactor/starter but before replacement of parts) using a power frequency withstand voltage of twice the rated operational voltage U_e but not less than 1 000 V. The test voltage shall be applied to the incoming supply terminals, with the switch or the circuit-breaker in the open position, as follows:

   – between each pole and all other poles connected to the frame of the starter;

   – between all live parts of all poles connected together and the frame of the starter;

   – between the terminals of the line side connected together and terminals of the other side connected together.

   For equipment suitable for isolation, the leakage current shall be measured through each pole, with the contacts in the open position, at a test voltage of 1,1 U_e and shall not exceed 6 mA.

Type "2" co-ordination (all devices):

j) No damage to the overload relay or other parts has occurred, except that welding of contactor or starter contacts is permitted, if they are easily separated (e.g. by a screwdriver) without significant deformation, but no replacement of parts is permitted during the test, except that, in the case of fuse protection, all fuse-links shall be replaced.

   In the case of welded contacts as described above, the functionality of the device shall be verified by carrying out 10 operating cycles under the conditions of Table 10 for the applicable utilization category.

k) The tripping of the overload relay shall be verified at a multiple of the current setting and shall conform to the published tripping characteristics, according to 5.7.5, both before and after the short circuit test.

l) The adequacy of the insulation in accordance with 8.3.3.4.1, item 4), of IEC 60947-1 shall be verified by a dielectric test on the contactor, the starter, the combination starter, the combination switching device, the protected starter or the protected switching device, using a power frequency withstand voltage of twice the rated operational voltage U_e but not less than 1 000 V.

   In the case of combination starters, combination switching devices, protected starters and protected switching devices, additional tests according to 8.3.3.4.1, item 3), of IEC 60947-1 shall be made across the main poles of the device with the contacts of the switch or of the circuit-breaker open and the contacts of the starter closed.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

For equipment suitable for isolation, the leakage current shall be measured through each pole, with the contacts in the open position, at a test voltage of 1,1 U_e and shall not exceed 2 mA.

Fuse-links, if any, are shorted.

9.3.5 Overload current withstand capability of contactors

For the test, the contactor shall be mounted, wired and operated as specified in 9.3.2.

All poles of the contactors are simultaneously subjected to one test with the overload current and duration values stated in 8.2.4.4. The test is performed at any convenient voltage and it starts with the contactor at room temperature.

After the test, the contactor shall be substantially in the same condition as before the test. This is verified by visual inspection.

NOTE The I^2t value (Joule integral) calculated from this test cannot be used to estimate the performance of the contactor under short-circuit conditions.

9.3.6 Routine tests and sampling tests

9.3.6.1 General

The tests shall be carried out under the same conditions as those specified for type tests in the relevant parts of 9.1.2 or under equivalent conditions. However, the limits of operation in 9.3.3.2 may be verified at the prevailing ambient air temperature and on the overload relay alone, but a correction may be necessary to allow for normal ambient conditions.

If devices are tested separately, their combination shall be tested with the dielectric test and other relevant operational tests. However, if the combination is built up with already tested connection systems or auxiliaries, an additional dielectric test is not necessary

9.3.6.2 Operation and operating limits

For electromagnetic, pneumatic and electro-pneumatic contactors or starters, tests are carried out to verify operation within the limits specified in 8.2.1.2.

For manual starters, tests are carried out to verify the proper operation of the starter (see 8.2.1.2, 8.2.1.3 and 8.2.1.4).

NOTE 1 In these tests it is not necessary to reach thermal equilibrium. The lack of thermal equilibrium may be compensated by using a series resistor or by appropriately decreasing the voltage limit.

Tests shall be made to verify the calibration of relays. In the case of a time delay overload relay, this may be a single test with all poles equally energized at a multiple of the current setting, to check that the tripping time conforms (within tolerances) to the curves supplied by the manufacturer; in the case of an instantaneous magnetic overload relay, the test shall be carried out at 1,1 times the current setting. For under-current relays, stall relays and jam relays, tests shall be carried out to verify the proper operation of these relays (see 8.2.1.5.4, 8.2.1.5.5 and 8.2.1.5.6).

NOTE 2 In the case of a time-delay magnetic overload relay comprising a time-delay device working with a fluid dashpot, calibration may be carried out with the dashpot empty, at a percentage of the current setting indicated by the manufacturer and capable of being justified by a special test.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.3.6.3 Dielectric tests

9.3.6.3.1 General

Subclause 8.3.3.4.2 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

In the case of a rheostatic rotor starter, all the poles of the rotor switching devices will normally be connected through the starting resistors; the dielectric test is therefore confined to the application of the test voltage between the rotor circuit and the frame of the starter.

The use of the metal foil is not necessary.

NOTE The combined test of 8.3.3.4.2 of IEC 60947-1 is permitted.

9.3.6.3.2 Routine power frequency test for devices incorporating voltage limiting components

At the discretion of the manufacturer, the device incorporating voltage limiting components are to be tested with the following sequence a) to b):

a) Application of the test voltage

The test shall be performed in accordance with 8.3.3.4.2 2) of IEC 60947-1:2007. The value of the test voltage shall be the U_V r.m.s. value (max. operational voltage of the voltage limiting components) or the maximum U_V d.c. value of the voltage limiting components with a tolerance of -10 %.

Acceptance criteria: The over-current relay of the test apparatus shall not trip (lower tripping limit).

b) Verification of the proper function of the voltage limiting components

The test shall be performed in accordance with 8.3.3.4.2 2) of IEC 60947-1:2007. The value of the test voltage shall be chosen by the manufacturer so that a current is generated between the upper tripping limit and the lower tripping limit of the test apparatus.

Acceptance criteria: The current shall be between a) and b) and the voltage limiting component shall not be damaged.

NOTE The main purpose of this test is to check the proper operation of the voltage limiting component.

9.4 EMC tests

9.4.1 General

Subclauses 8.3.2.1, 8.3.2.3 and 8.3.2.4 of IEC 60947-1 apply with the following additions.

With the agreement of the manufacturer, more than one EMC test or all EMC tests may be conducted on one and the same sample, which may initially be new or may have passed test sequences according to 9.3.1. The sequence of the EMC tests may be any convenient sequence.

The test report shall include any special measures that have been taken to achieve compliance, for example the use of shielded or special cables. If auxiliary equipment is used with the contactor or starter in order to comply with immunity or emission requirements, it shall be included in the report.

The test sample shall be in the open or closed position, whichever is the worse, and shall be operated with the rated control supply.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.4.2 Immunity

The tests of Table 14 are required. Special requirements are specified in 9.4.2.1 to 9.4.2.7.

If, during the EMC-tests, conductors are to be connected to the test sample, the cross-section and the type of the conductors are optional but shall be in accordance with the manufacturer's literature.

Table 14 – EMC immunity tests

Type of test	Test level required
Electrostatic discharge immunity test IEC 61000-4-2	Corresponding test level of Table 23 of IEC 60947-1 applies.
Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test (80 MHz to 1 GHz and 1,4 GHz to 2 GHz) IEC 61000-4-3	Corresponding test level of Table 23 of IEC 60947-1 applies.
Electrical fast transient/burst immunity test IEC 61000-4-4 [a]	Corresponding test level of Table 23 of IEC 60947-1 applies.
1,2/50 μs – 8/20 μs surge immunity test IEC 61000-4-5	Corresponding test level of Table 23 of IEC 60947-1 applies.
Conducted disturbances induced by radio-frequency fields immunity test [b c] (150 kHz to 80 MHz) IEC 61000-4-6	Corresponding test level [d] of Table 23 of IEC 60947-1 applies.
[a] The contactor shall be operated at least one time during the test and the overload relay is loaded at 0,9 times the current setting with a maximum of 100 A. [b] Applicable to ports only interfacing with cables whose total length according to the manufacturer's functional specification may exceed 3 m. [c] The test level can also be defined as the equivalent current into a 150 Ω load. [d] Except for the ITU broadcast frequency band 47 MHz to 68 MHz, where the level shall be 3 V.	

9.4.2.1 Performance of the test sample during and after the test

Unless otherwise specified, performance criterion B applies, see 8.3.2.2.

No loss of performance shall be permitted during or after the tests. After the tests the operating limits of 9.3.6.2 shall be verified at ambient temperature.

9.4.2.2 Electrostatic discharge

The test shall be conducted using the methods of IEC 61000-4-2.

Except for metallic parts for which contact discharge is made, only air discharge is required.

Ten positive and ten negative pulses shall be applied to each selected point, the time interval after each successive single discharge being 1 s.

Tests are not required on power terminals. The application of conductors is not required, except for energizing the coil.

9.4.2.3 Electromagnetic field

The tests shall be conducted using the methods of IEC 61000-4-3. The test procedure of IEC 61000-4-3 shall apply.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The device shall comply with performance criterion A.

9.4.2.4 Fast transient bursts

The tests shall be conducted using the methods of IEC 61000-4-4 with a repetition rate of 5 kHz.

The bursts shall be applied to all main, control or auxiliary terminals, whether they comprise electronic or conventional contacts.

The test voltage shall be applied for the duration of 1 min.

9.4.2.5 Surges (1,2/50 μs – 8/20 μs)

The test shall be conducted using the methods of IEC 61000-4-5. Capacitive coupling shall be preferred. The surges shall be applied to all main, control or auxiliary terminals, whether they comprise electronic or conventional contacts.

The test voltage values are those of Table 14 but shall not exceed the corresponding U_{imp} value(s) given by the manufacturer following 7.2.3 of IEC 60947-1.

The repetition rate shall be one surge per minute, with the number of pulses being five positive and five negative.

9.4.2.6 Harmonics

Under consideration.

9.4.2.7 Conducted disturbances induced by radio-frequency fields

Subclause 8.4.1.2.6 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

The device shall comply with performance criterion A under the test conditions given in Table 14.

9.4.3 Emission

For equipment designed for environment A, a suitable warning shall be given to the user (for example in the instruction manual) stipulating that the use of this equipment in environment B may cause radio interference in which case the user may be required to employ additional mitigation methods.

9.4.3.1 Conducted radio-frequency emission tests

A description of the test, the test method and the test set-up are given in CISPR 11.

To pass, the equipment shall not exceed the levels given in Table 15.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 15 – Conducted radio-frequency emission test limits

Frequency band MHz	**Environment A** dB(μV)	**Environment B** dB(μV)
0,15 – 0,5	79 quasi-peak 66 average	66 – 56 quasi-peak 56 – 46 average (decrease with log of frequency)
0,5 – 5,0	73 quasi-peak 60 average	56 quasi-peak 46 average
5 – 30	73 quasi-peak 60 average	60 quasi-peak 50 average

9.4.3.2 Radiated radio-frequency emission tests

A description of the test, the test method and the test set-up are given in CISPR 11.

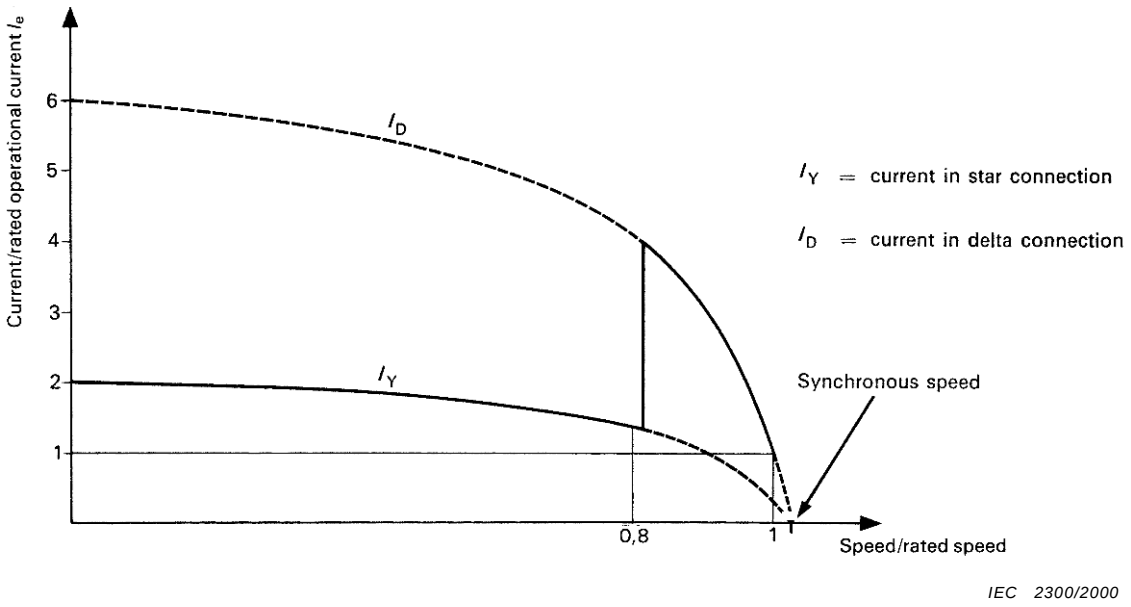
Tests are required where the control and auxiliary circuits contain components with fundamental switching frequencies greater than 9 kHz, for example switch-mode power supplies, etc.

To pass, the equipment shall not emit at higher levels than those given in Table 16.

Table 16 – Radiated emission test limits

Frequency band MHz	**Environment A** [a] dB(μV/m)	**Environment B** dB(μV/m)
30 – 230	30 quasi-peak at 30 m	30 quasi-peak at 10 m
230 – 1 000	37 quasi-peak at 30 m	37 quasi-peak at 10 m
[a] These tests may be carried at 10 m distance with the limits raised by 10 dB.		

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



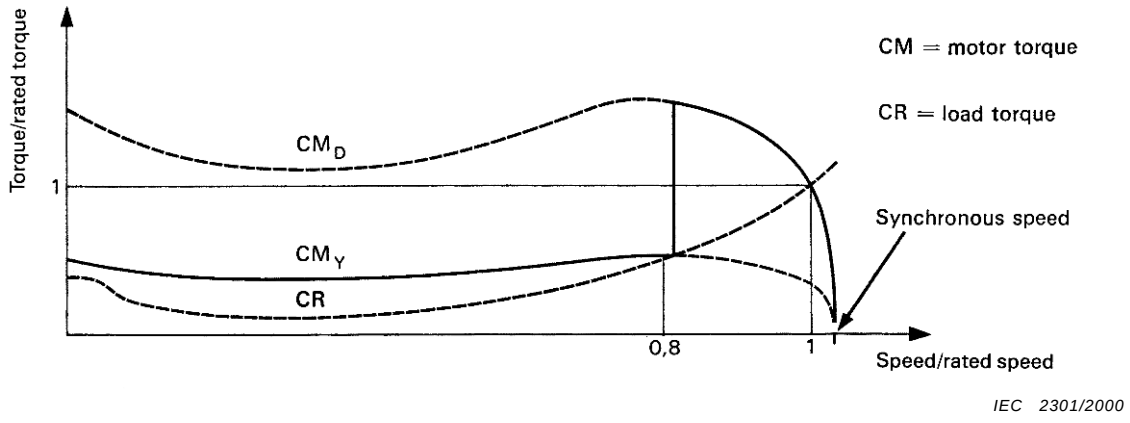
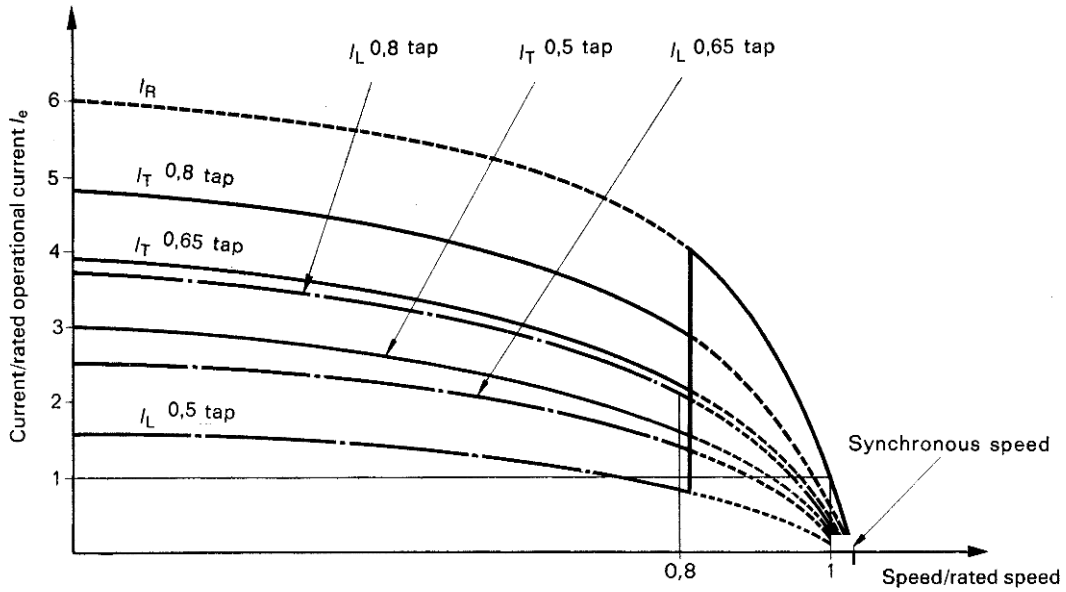


Figure 1 – Typical curves of currents and torques during a star-delta start (see 1.1.2.2.1)

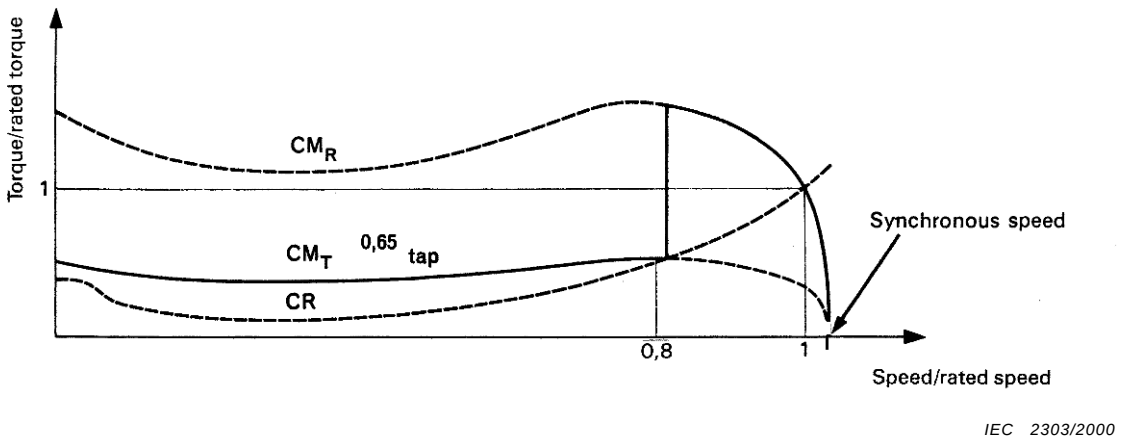
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



I_R = motor current at rated voltage

I_T = motor current at reduced voltage

I_L = line current at reduced voltage



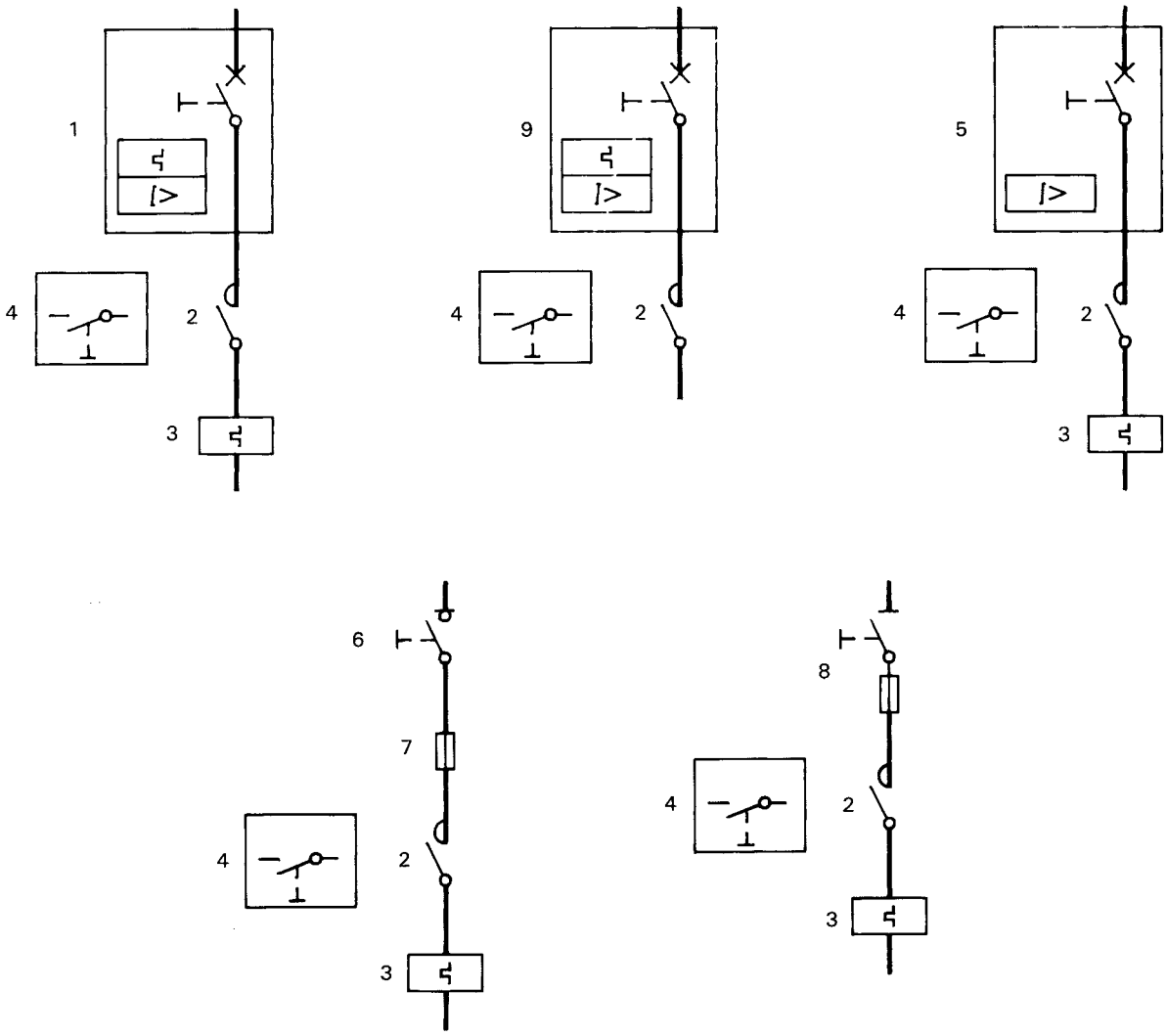
CR = load torque

CM_R = motor torque at rated voltage

CM_T = motor torque at reduced voltage

Figure 2 – Typical curves of currents and torques during an auto-transformer start (see 1.1.2.2.2)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



IEC 2304/2000

1 circuit-breaker according to IEC 60947-2

2 contactor

3 overload relay

4 control switch

5 circuit-breaker magnetic trip only

6 switch-disconnector

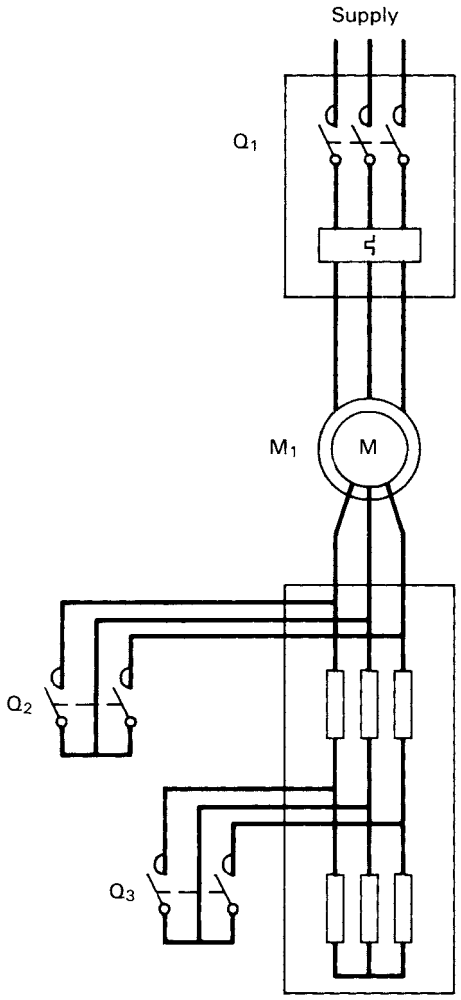
7 fuse

8 disconnector fuse

9 motor protection circuit breaker ~~with overload release complying with~~ according to this standard

Figure 3 – Typical variants of protected starters, combination starters, protected switching devices and combination switching devices

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



IEC 2305/2000

Position of the mechanical switching devices

Position of the starter / Mechanical switching device	Stop	Starting 1st step	Starting 2nd step	Starting 3rd step	ON
Q_1	O	C	C	C	
Q_2	O	O	O	C	
Q_3	O	O	C	C	

O mechanical switching device open

C mechanical switching device closed

Q contactor

M motor

Figure 4 – Example of three-phase diagram of a rheostatic rotor starter with three starting steps and one direction of rotation (in the case when all the mechanical switching devices are contactors)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

SERIES
CLOSED TRANSITION

PARALLEL OPEN
OR CLOSED TRANSITION

PARALLEL
OPEN TRANSITION

Three-coil transformer

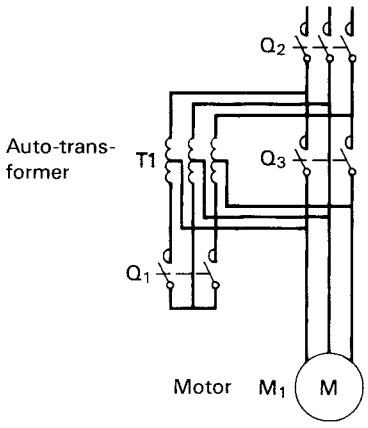


Diagram A_1

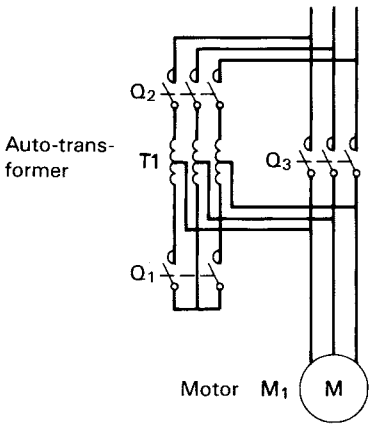


Diagram B_1

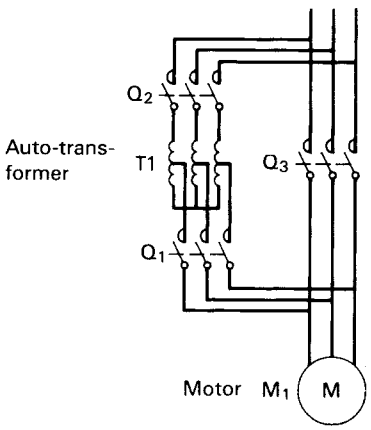


Diagram C_1

Two-coil transformer

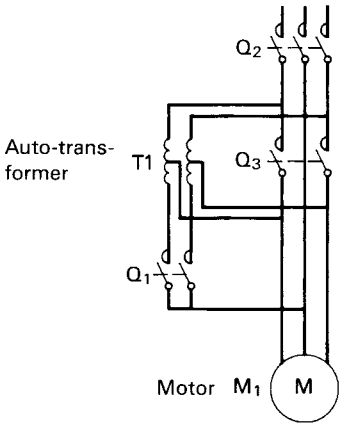


Diagram A_2

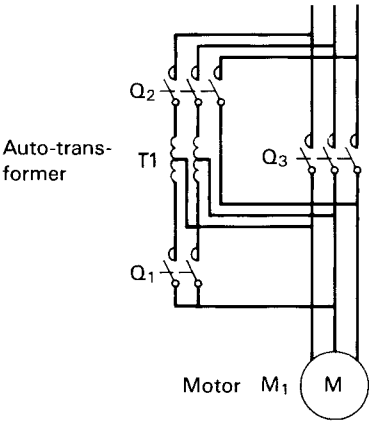


Diagram B_2

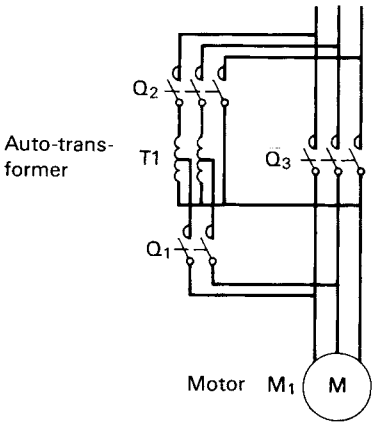


Diagram C_2

IEC 2306/2000

Contact sequence			
Contacts	**Start**	**Transition**	**On**
Q_1	C	O	O
Q_2	C	C	C
Q_3	O	O	C

C = contact closed

O = contact open

Contact sequence					
Contacts	**Start**	**Transition**			**On**
		Open	Close		
			1	2	
Q_1	C	O	O	O	O
Q_2	C	O	C	C	O
Q_3	O	O	O	C	C

For open transition, Q_1 and Q_2 may be contacts of the same mechanical switching device

Contact sequence			
Contacts	**Start**	**Transition**	**On**
Q_1	C	O	O
Q_2	C	O	O
Q_3	O	O	C

Q_1 and Q_2 may be contacts of the same mechanical switching device.

NOTE The graphical symbols utilized above correspond to the case where all the mechanical switching devices are contactors.

Figure 5 – Typical methods and diagrams of starting alternating-current induction motors by means of auto-transformers

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

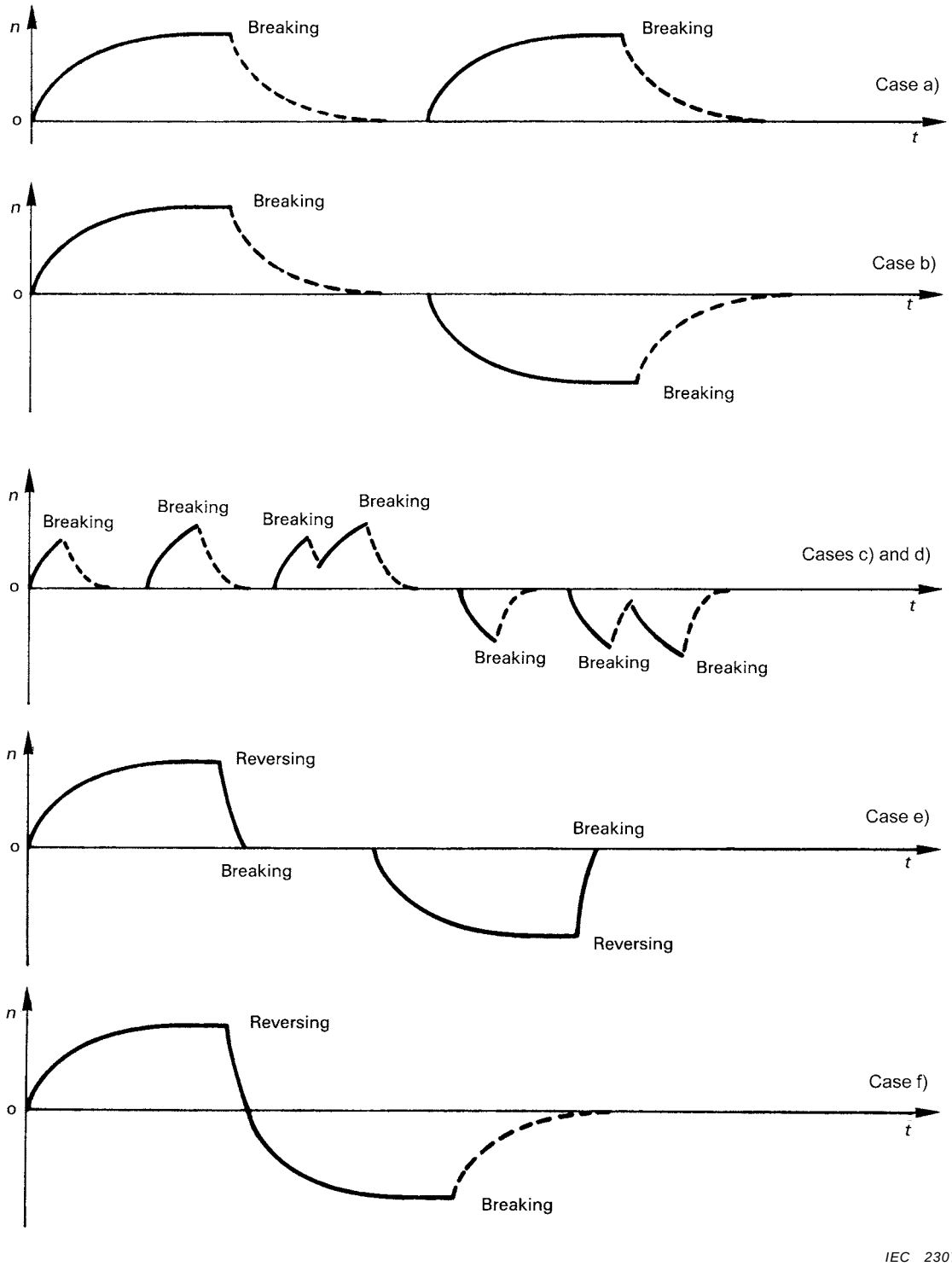


Figure 6 – Examples of speed/time curves corresponding to cases a), b), c), d), e) and f) of 5.3.5.5 (the dotted parts of the curves correspond to the periods when no current flows through the motor)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

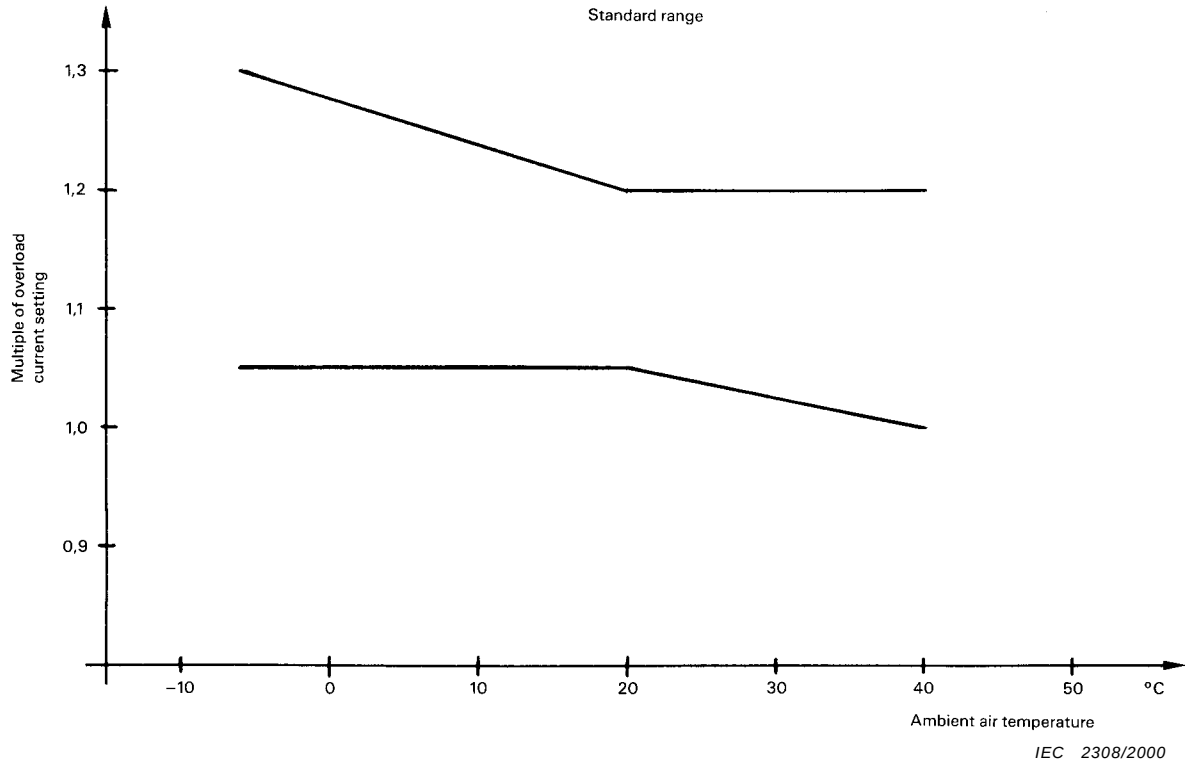


Figure 7 – Multiple of current setting limits for ambient air temperature compensated time-delay overload relays (see 8.2.1.5.1)

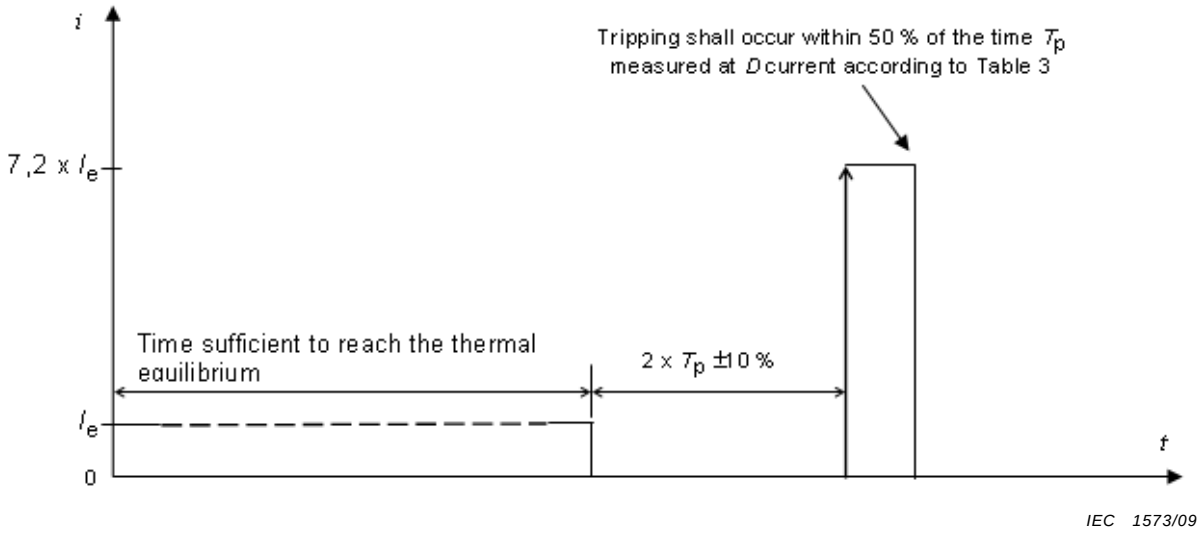


Figure 8 – Thermal memory test

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

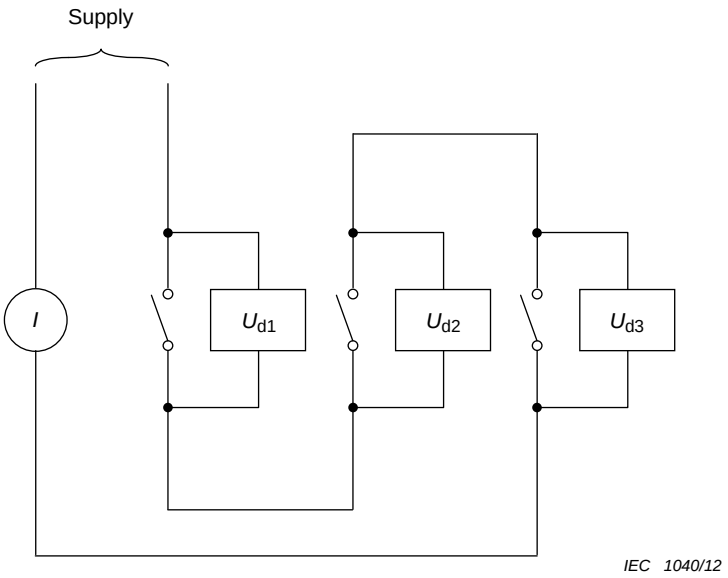


Figure 9 – Example of a pole impedance measurement for a 3 pole contactor

Dimmensions in millimetres

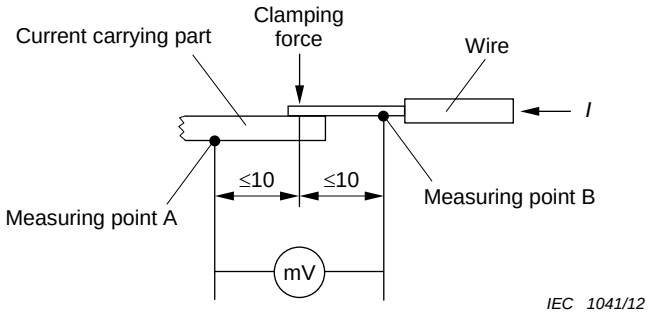


Figure 10 – Voltage drop measurement at contact point of the clamping terminal

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex A
(normative)

Marking and identification of terminals of contactors and associated overload relays

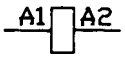
A.1 General

The purpose of identifying terminals of contactors and associated overload relays is to provide information regarding the function of each terminal or its location with respect to other terminals or for other use.

A.2 Marking and identification of terminals of contactors

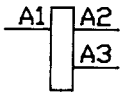
A.2.1 Marking and identification of terminals of coils

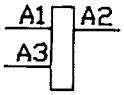
In the case of identification by alphanumeric markings, the terminals of a coil for an electromagnetic contactor shall be marked A1 and A2.



For a coil with tappings, the terminals of the tappings shall be marked in sequential order A3, A4, etc.

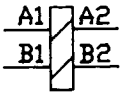
EXAMPLE





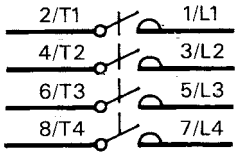
NOTE As a consequence of this, both incoming and outgoing terminals may have even or odd numbers.

For a coil having two windings, the terminals of the first winding will be marked A1, A2 and those of the second winding B1, B2.



A.2.2 Marking and identification of terminals of main circuits

The terminals of the main circuits shall be marked by single figure numbers and an alphanumeric system.



NOTE The present alternative methods of marking, i.e. 1-2 and L1-T1, will be progressively superseded by the new method above.

Alternatively, terminals may be identified on the wiring diagram supplied with the device.

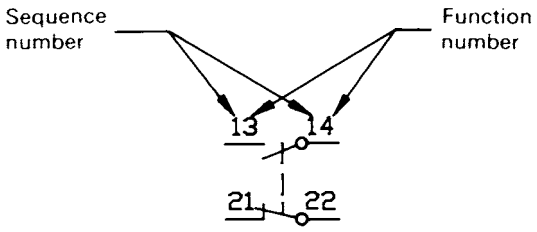
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

A.2.3 Marking and identification of terminals of auxiliary circuits

The terminals of auxiliary circuits shall be marked or identified on the diagrams by two figure numbers:

– the unit number is a function number;
– the figure of the tens is a sequence number.

The following examples illustrate such a marking system:



A.2.3.1 Function number

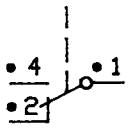
Function numbers 1, 2 are allocated to circuits with break contacts and function numbers 3, 4 to circuits with make contacts.

NOTE 1 The definitions for make contacts and break contacts are given in 2.3.12 and 2.3.13 of IEC 60947-1.

EXAMPLES

NOTE 2 The dots in the above examples take the place of the sequence numbers which should be added appropriately to the application.

The terminals of circuits with change-over contact elements shall be marked by the function numbers 1, 2 and 4.



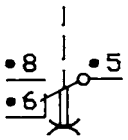
Function numbers 5 and 6 (for break contacts) and 7 and 8 (for make contacts) are allocated to terminals of auxiliary circuits containing auxiliary contacts with special functions.

EXAMPLES

The terminals of circuits with change-over contact elements with special functions shall be marked by function numbers 5, 6 and 8.

EXAMPLE

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



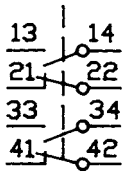
Change-over contact
delayed in both directions

A.2.3.2 Sequence number

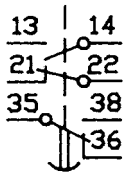
Terminals belonging to the same contact element shall be marked by the same sequence number.

All contact elements having the same function shall have different sequence numbers.

EXAMPLES

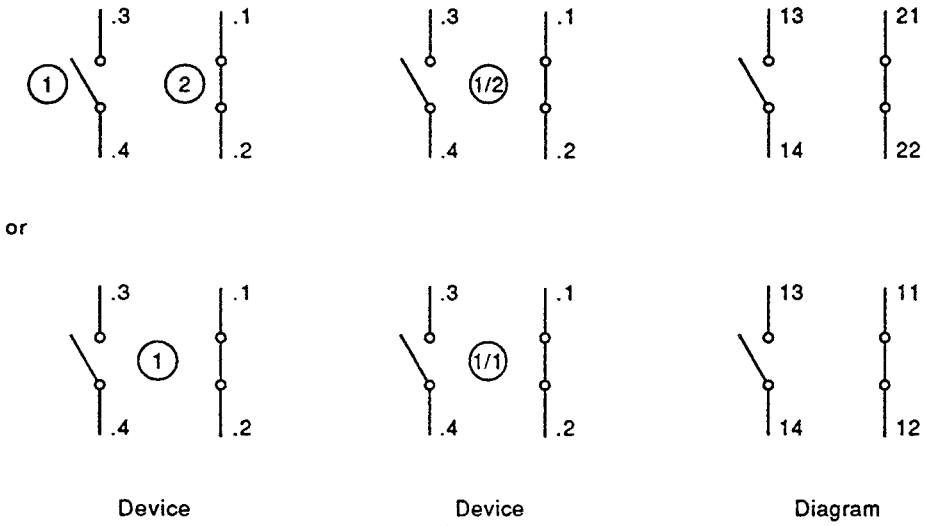


Four contact elements



Three contact elements

The sequence number may be omitted from the terminals only if additional information provided by the manufacturer or the user clearly gives such a number.



Device Device Diagram

NOTE The dots shown in the above examples are merely used to show the relationship and do not need to be used in practice.

A.3 Marking and identification of terminals of overload relays

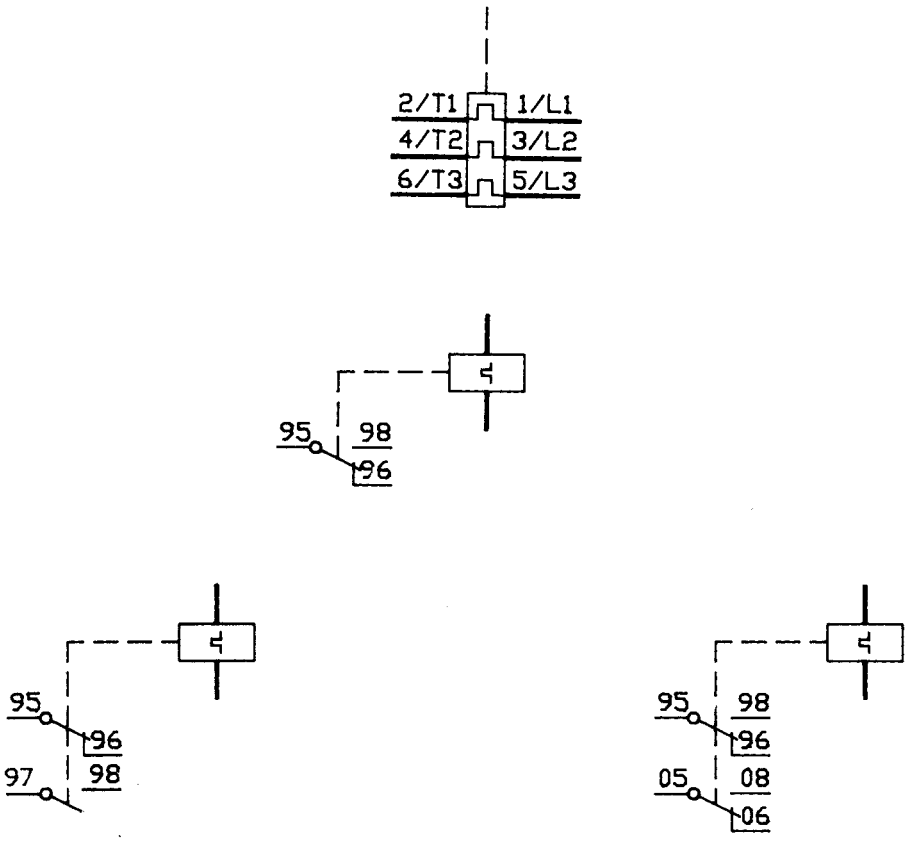
The terminals of the main circuits of overload relays shall be marked in the same manner as the terminals of the main circuits of contactors (see A.2.2).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The terminals of the auxiliary circuits of overload relays shall be marked in the same manner as the terminals of the auxiliary circuits of contactors with specified functions (see A.2.3).

The sequence number shall be 9; if a second sequence number is required, it shall be 0.

EXAMPLES



Alternatively, terminals may be identified on the wiring diagram supplied with the device.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex B
(normative)

Special tests

B.1 General

Special tests are done at the discretion of the manufacturer.

B.2 Mechanical durability

B.2.1 General

By convention, the mechanical durability of a design of contactor or starter is defined as the number of no-load operating cycles which would be attained or exceeded by 90 % of all the apparatus of this design before it becomes necessary to service or replace any mechanical parts; however, normal maintenance including replacement of contacts as specified in B.2.2.1 and B.2.2.3 is permitted.

The preferred numbers of no-load operating cycles, expressed in millions, are:

0,001 – 0,003 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 1 – 3 and 10.

B.2.2 Verification of mechanical durability

B.2.2.1 Condition of the contactor or starter 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 contactor or starter may be lubricated before the test if lubrication is prescribed in normal service.

B.2.2.2 Operating conditions

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

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

Pneumatic and electro-pneumatic contactors or starters shall be supplied with compressed air at the rated pressure.

Manual starters shall be operated as in normal service.

B.2.2.3 Test procedure

a) The tests are carried out at the frequency of operations corresponding to the class of intermittent duty. However, if the manufacturer considers that the contactor or starter can satisfy the required conditions when using a higher frequency of operations, he may do so.

b) In the case of electromagnetic and electro-pneumatic contactors or starters, the duration of energization of the control coil shall be greater than the time of operation of the

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

contactor or starter and the time for which the coil is not energized shall be of such a duration that the contactor or starter 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 stated by the manufacturer.

The verification of mechanical durability may be made separately on the various components of the starter which are not mechanically linked together, unless a mechanical interlock not previously tested with its contactor is involved.

c) For contactors or starters fitted with releases with shunt coils or undervoltage releases, at least 10 % of the total number of opening operations shall be performed by these releases.

d) After each tenth of the total number of operating cycles given in B.2.1 has been carried out, it is permissible before carrying on with the test:

- to clean the whole contactor or starter without dismantling;
- to lubricate parts for which lubrication is prescribed by the manufacturer for normal service;
- to adjust the travel and the pressure of the contacts if the design of the contactor or starter enables this to be done.

e) This maintenance work shall not include any replacement of parts.

f) In the case of star-delta starters, the built-in device causing time-delay between closing on star connection and closing on delta connection, if adjustable, may be set at its lowest value.

g) In the case of rheostatic starters, the built-in device causing time-delay between closing of the rotor switching devices, if adjustable, may be set at its lowest value.

h) In the case of auto-transformer starters, the built-in device causing time-delay between closing on the starting position and closing on the ON position, if adjustable, may be set at its lowest value.

B.2.2.4 Results to be obtained

Following the tests of mechanical durability, the contactor or starter shall still be capable of complying with the operating conditions specified in ~~8.2.1.2~~ 9.3.6.2 and ~~9.3.3.2~~ 9.3.6.3 at room temperature. ~~There shall be no loosening of the parts used for connecting the conductors.~~

Any timing relays or other devices for the automatic control shall still be operating.

B.2.2.5 Statistical analysis of test results for contactors or starters

The mechanical durability of a design of a contactor or starter is assigned by the manufacturer and verified by a statistical analysis of the results of the tests.

For contactors or starters which are produced in small quantities, the tests described in B.2.2.6 and B.2.2.7 do not apply.

However, for contactors or starters which are produced in small quantities and which also differ from a basic design only by minor variations without notable influence on characteristics, the manufacturer may assign mechanical durability on the basis of experience with similar designs, analysis, properties of materials, etc., and on the basis of the analysis of test results on large quantity production of the same basic design.

After this assignment, one of the two tests described below shall be performed. It should be selected by the manufacturer as being the most suitable in each case, for example according to the quantities of planned production or according to the conventional thermal current.

NOTE This test is not intended to be a lot-by-lot or production acceptance test for application by the user.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

B.2.2.6 Single 8 test

Eight contactors or starters shall be tested to the assigned mechanical durability.

If the number of failures does not exceed two, the test is considered passed.

B.2.2.7 Double 3 test

Three contactors or starters shall be tested to the assigned mechanical durability.

The test is considered passed if there is no failure, and failed if there is more than one failure. Should there be one failure, then three additional contactors or starters are tested up to assigned mechanical durability and, providing there is no additional failure, the test is considered passed. The test is failed if at any time there is a total of two or more failures.

B.2.2.8 Other methods

Other methods given in IEC 60410 can also be used. The maximum acceptance quality level shall be 10 %. The chosen method shall be indicated in the test report.

NOTE The single 8 test and the double 3 test are both given in IEC 60410 (see Table X-C-2 and Table X-D-2). These two tests have been chosen with the objective of basing them on testing a limited number of contactors or starters on essentially the same statistical characteristics (acceptance quality level: 10 %).

B.3 Electrical durability

B.3.1 General

With respect to its resistance to electrical wear, a contactor or starter is by convention characterized by the number of on-load operating cycles corresponding to the different utilization categories given in Table B.1 which can be made without repair or replacement.

Since, for star-delta, two-step auto-transformer and rheostatic rotor starters, the operation is subjected to large variations in the service conditions, it is deemed convenient not to give standard values for the test conditions. However, it is recommended that the manufacturer indicate the electrical durability of the starter for stated service conditions; this electrical durability may be estimated from the results of tests on the component parts of the starter.

For categories AC-3 and AC-4, the test circuit shall comprise inductors and resistors so arranged as to give the appropriate values of current, voltage and power factor given in Table B.1; moreover, for AC-4, the test circuit testing the making and breaking capacity shall be used, see 9.3.3.5.2.

In all cases, the speed of operation shall be chosen by the manufacturer.

The tests shall be taken as valid if the values recorded in the test report differ from the values specified only within the following tolerances:

– current: ±5 %;
– voltage: ±5 %.

Tests shall be carried out with the contactor or the starter under the appropriate conditions of B.2.2.1 and B.2.2.2 using the test procedure, where applicable, of B.2.2.3, except that replacement of contacts is not permitted.

In the case of starters, if the associated contactor has already satisfied an equivalent test, the test need not be repeated on the starter.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table B.1 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories

Utilization category	Value of the rated operational current	Make			Break		
		I/I_e	U/U_e	Cos ϕ [a]	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos ϕ [a]
AC-1	All values	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-2	All values	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	$I_e \leq 17$ A	6	1	0,65	1	0,17	0,65
	$I_e > 17$ A	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4	$I_e \leq 17$ A	6	1	0,65	6	1	0,65
	$I_e > 17$ A	6	1	0,35	6	1	0,35
		I/I_e	U/U_e	L/R [b] ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R [b] ms
DC-1	All values	1	1	1	1	1	1
DC-3	All values	2,5	1	2	2,5	1	2
DC-5	All values	2,5	1	7,5	2,5	1	7,5

I_e = rated operational current

U_e = rated operational voltage

I = current made

In a.c. the conditions for making are expressed in r.m.s. values but it is understood that the peak value of symmetrical current corresponding to the power factor of the circuit may assume a higher value.

U = applied voltage

U_r = power-frequency or d.c. recovery voltage

I_c = current broken

[a] Tolerance for cos ϕ: ±0,05.

[b] Tolerance for L/R: ±15 %.

B.3.2 Results to be obtained

After the test, the contactor or the starter shall fulfil the operating conditions as specified in 9.3.6.2 of this standard at ambient temperature and withstand a dielectric test voltage as given in 8.3.3.4.1, item 4) b), of IEC 60947-1, and applied as in 8.3.3.4.1, item 4), of IEC 60947-1, the test voltage being applied only:

- between all poles connected together and the frame of the contactor or starter, and
- between each pole and all the other poles connected to the frame of the contactor or starter.

B.3.3 Statistical analysis of test results for contactors or starters

The electrical durability of a design of a contactor or starter is assigned by the manufacturer and verified by a statistical analysis of the results of the tests. One of the three test methods shall be selected by the manufacturer between B.3.3.1, B.3.3.2 and B.3.3.3 as being the most suitable for example according to the quantities of planned production or according to the conventional thermal current.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

For contactors or starters which are produced in small quantities, the tests described in B.3.3.1 and B.3.3.2 do not apply. However, for contactors or starters which are produced in small quantities and which also differ from a basic design only by minor variations without notable influence on characteristics, the manufacturer may assign electrical durability on the basis of experience with similar designs, analysis, properties of materials, etc., and on the basis of the analysis of test results on large quantity production of the same basic design.

NOTE This test is not intended to be a lot-by-lot or production acceptance test for application by the user.

B.3.3.1 Single 8 test

Eight contactors or starters shall be tested to the assigned electrical durability. If the number of failures does not exceed two, the test is considered passed.

B.3.3.2 Double 3 test

Three contactors or starters shall be tested to the assigned electrical durability. The test is considered passed if there is no failure, and failed if there is more than one failure. Should there be one failure, then three additional contactors or starters are tested up to assigned electrical durability and, providing there is no additional failure, the test is considered passed. The test is failed if at any time there is a total of two or more failures.

B.3.3.3 Other methods

Other methods given in IEC 60410 can also be used. The maximum acceptance quality level shall be 10 %. The chosen method shall be indicated in the test report.

NOTE The single 8 test and the double 3 test are both given in IEC 60410 (see Table X-C-2 and Table X-D-2). These two tests have been chosen with the objective of basing them on testing a limited number of contactors or starters on essentially the same statistical characteristics (acceptance quality level: 10 %).

B.4 Co-ordination at the crossover current between the starter and associated SCPD

B.4.1 General and definitions

B.4.1.1 General

This annex states different methods of verifying the performance of starters and the associated SCPD(s) at currents below and above the intersection I_{co} of their respective time-current characteristics, provided by the starter and SCPD manufacturer(s), and the corresponding types of co-ordination described in 8.2.5.1.

Co-ordination at the crossover current between the starter and the SCPD can be verified either by the direct method with the special test of B.4.2 or, for type "2" co-ordination only, by the indirect method as in B.4.5.

B.4.1.2 Terms and definitions

B.4.1.2.1
crossover current I_{co}
current corresponding to the crossover point of the mean or published curves representing the time-current characteristics of the overload relay and the SCPD respectively

NOTE The mean curves are the curves corresponding to the average values calculated from the tolerances on the time-current characteristics given by the manufacturer.

B.4.1.2.2
test current I_{cd}
test current greater than I_{co}, tolerances included, designated by the manufacturer and verified by the requirements given in Table B.2

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

B.4.1.2.3
time-current withstand characteristic capability of contactors/starters
locus of the currents a contactor/starter can withstand as a function of time

B.4.2 Condition for the test for the verification of co-ordination at the crossover current by a direct method

The starter and its associated SCPD shall be mounted and connected as in normal use. All the tests shall be performed starting from the cold state.

B.4.3 Test currents and test circuits

The test circuit shall be according to 8.3.3.5.2 of IEC 60947-1 except that the oscillatory transient voltage need not be adjusted. The currents for the tests shall be:

(i) 0,75 I_{co} $^{0}_{-5}$ % and

(ii) 1,25 I_{co} $^{+5}_{0}$ %.

The power factor of the test circuit shall be in accordance with Table 7. In the case of small relays having a high resistance, inductors should be mainly used in order to have a value of power factor as low as possible. The recovery voltage shall be 1,05 times the rated operational voltage.

The SCPD shall be as stated in 8.2.5.1 and of the same rating and characteristics as used in the tests of 9.3.4.2.

If the switching device is a contactor, its coil shall be energized from a separate source at the rated control supply voltage of the contactor coil and connected so that the contactor opens when the overload relay operates.

B.4.4 Test procedure and results to be obtained

B.4.4.1 Test procedure

With the starter and the SCPD closed, the test currents stated in B.4.3 shall be applied by a separate closing device. In each case, the device tested shall be at room temperature.

After each test, it is necessary to inspect the SCPD, reset the overload relay and the release of the circuit-breaker, if necessary, or to replace all fuses if at least one of them has melted.

B.4.4.2 Results to be obtained

After the test at the lower current (i) in B.4.3, the SCPD shall not have operated and the overload relay or release shall have operated to open the starter. There shall be no damage to the starter.

After the test at the higher current (ii) in B.4.3, the SCPD shall have operated before the starter. The starter shall meet the conditions of 9.3.4.2.3 for the type of co-ordination stated by the manufacturer.

B.4.5 Verification of co-ordination at the crossover current by an indirect method

~~NOTE For type "1" co-ordination, the indirect method may be different from the method described in Annex B and is under consideration. For this reason, the indirect method for the verification of co-ordination at the crossover point is only applicable for type "2" co-ordination.~~

The indirect method consists in verifying on a diagram (see Figure B.1) that the following conditions for the verification of co-ordination at the crossover current are met:

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

– the time-current characteristic of the overload relay/release, starting from cold state, supplied by the manufacturer, shall indicate how the tripping time varies with the current up to a value of at least I_{co}; this curve has to lie below the time-current characteristic of the SCPD up to I_{co};

– I_{cd} of the starter, tested as in B.4.5.1, shall be higher than I_{co};

– the time-current withstand characteristic of the contactor, tested as in B.4.5.2, shall be above the time-current characteristic (starting from cold state) of the overload relay up to I_{co}.

B.4.5.1 Test for I_{cd}

Subclause 9.3.4.1 applies with the following addition.

– Test procedure: the contactor or starter shall make and break the test current (I_{cd}) for the number of operating cycles given in Table B.2 below. This is made without the SCPD in the circuit.

Table B.2 – Test conditions

	U_r/U_e	Cos ϕ	On-time (see Note 2) s	Off-time s	Number of operations
I_{cd}	1,05	See Note 1	0,05	See Note 3	3
NOTE 1 Power factor to be selected according to Table 16 of IEC 60947-1. NOTE 2 Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening. NOTE 3 See Table 8.					

– Behaviour of contactors or starters during and after the I_{cd} test:

a) during the test, there shall be no permanent arcing, no flash-over between poles, no blowing of the fusible element in the earth circuit (see 9.3.4.1.2) and no welding of contacts;

b) after the test,

1) the contacts shall operate correctly when the contactor or starter is switched by the applicable method of control;

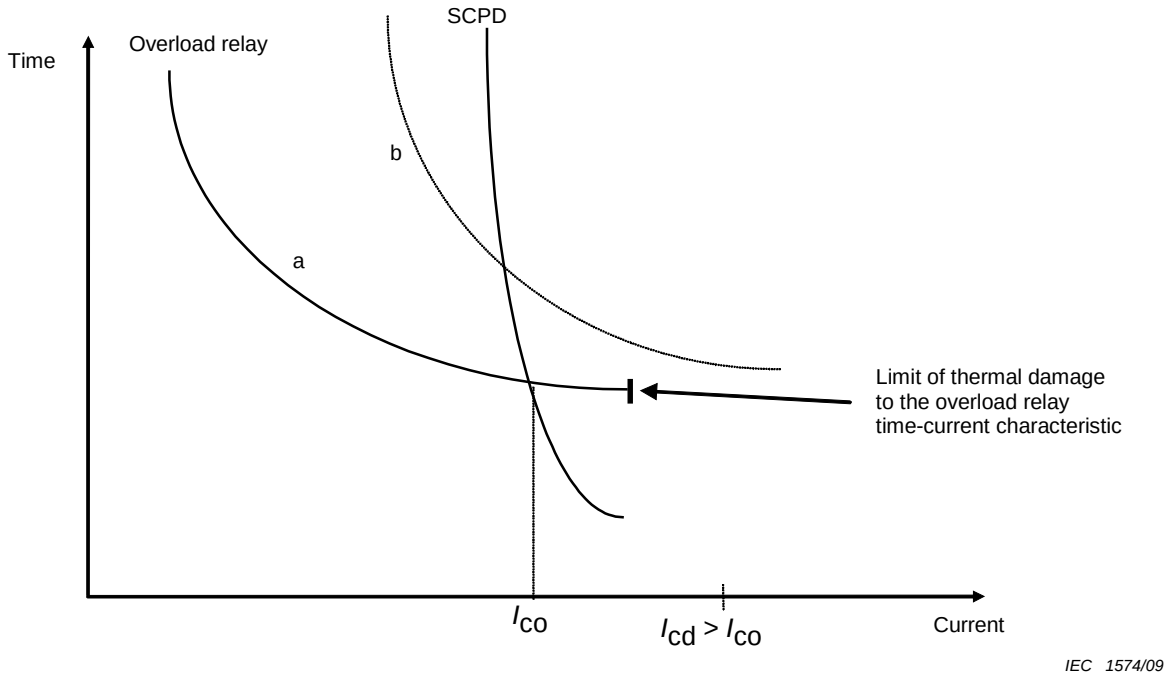
2) the dielectric properties of the contactors and starters shall be verified by a dielectric test on the contactor or starter using an essentially sinusoidal test voltage of twice the rated operational voltage U_e used for the I_{cd} test, with a minimum of 1 000 V. The test voltage shall be applied for ~~60~~ 5 s, as specified in 8.3.3.4.1 of IEC 60947-1, items 2) c) i) and 2) c) ii).

B.4.5.2 Time-current characteristic withstand capability of contactors/starters

This characteristic is issued by the manufacturer and the values are obtained according to the test procedure specified in 9.3.5 but with combinations of overload currents and durations to establish the characteristic at least up to I_{co}, in addition to those stated in 8.2.4.4.

This characteristic is valid for overload currents, starting with the contactor at room temperature. The minimum cooling duration required by the contactor between two such overload tests should be stated by the manufacturer.

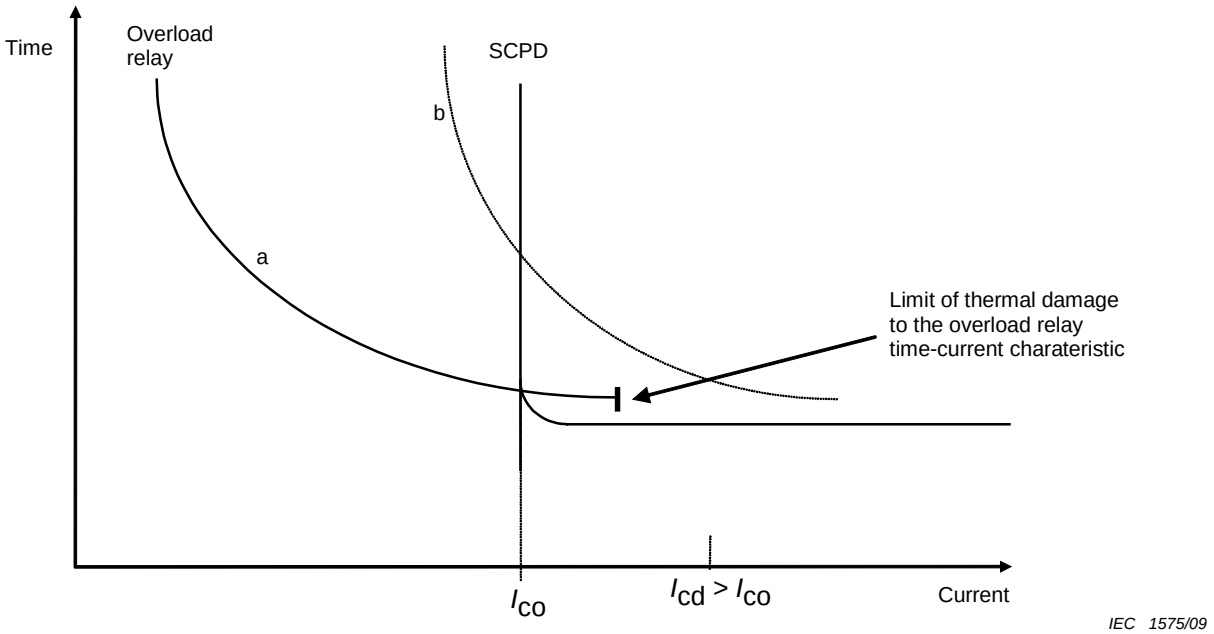
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



a mean overload relay time-current characteristic from cold state

b time-current characteristic withstand capability of contactor

Figure B.1a – Co-ordination with fuse



a mean overload relay time-current characteristic from cold state

b time-current characteristic withstand capability of contactor

Figure B.1b – Co-ordination with circuit-breaker

Figure B.1 – Examples of time-current withstand characteristic

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex C

Void

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex D
(informative)

Items subject to agreement between manufacturer and user

NOTE For the purpose of this annex:

– *agreement* is used in a very wide sense;

– *user* includes testing stations.

Annex J of IEC 60947-1 applies, as far as covered by clauses and subclauses of this standard, with the following additions.

Clause or subclause number of this standard	Item
1.1.2.3	Additional requirements concerning two-direction starters and inching and plugging
5.3.4.3 – Note	Overload protection of starters for intermittent duty
5.3.5.5.3	Time interval between two successive starts of auto-transformer starters having a starting time exceeding 15 s
5.4	Types of utilization other than the utilization categories defined in Table 1
5.7.2	Specific applications of instantaneous over-current relays or releases and of relays or releases listed in 5.7.2 e)
5.7.3	Protection of the rotor circuit for a rheostatic rotor starter
5.7.3	Protection of the auto-transformer for an auto-transformer starter
5.7.5	Tolerances on time-current characteristics of overload relays (to be indicated by the manufacturer)
5.10.2	Characteristics of devices for automatic acceleration control
5.11; 5.12	Nature and dimensions of the connecting links: a) between an auto-transformer starter and the auto-transformer, if this is provided separately b) between a rheostatic rotor starter and the resistors, if these are provided separately Agreement for items a) and b) is to be concluded between the starter manufacturer and the manufacturer of the transformer, or of the resistors, as the case may be
8.2.2.7.3	Ratings of specially rated windings (to be stated by the manufacturer)
Table 7	Verification of the make conditions when this verification is carried out during the make and break test (manufacturer's agreement)
Table 13	Value of the prospective current "*r*" for the conditional short-circuit current test of devices of I_e > 1 600 A

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex E
(informative)

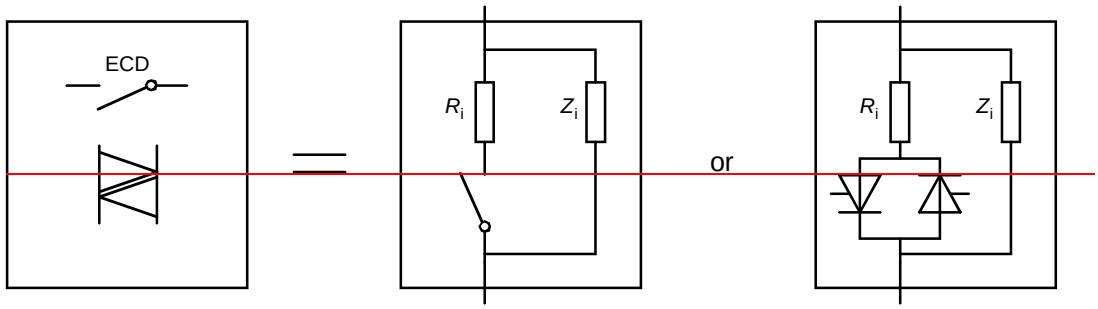
Examples of control circuit configurations
(Void)

E.1 External control device (ECD)

E.1.1 Definition of an ECD

Any external element which serves to effect the control of the contactor or starter.

E.1.2 Diagrammatic representation of an ECD



IEC 1215/99

E.1.3 Parameters of an ECD

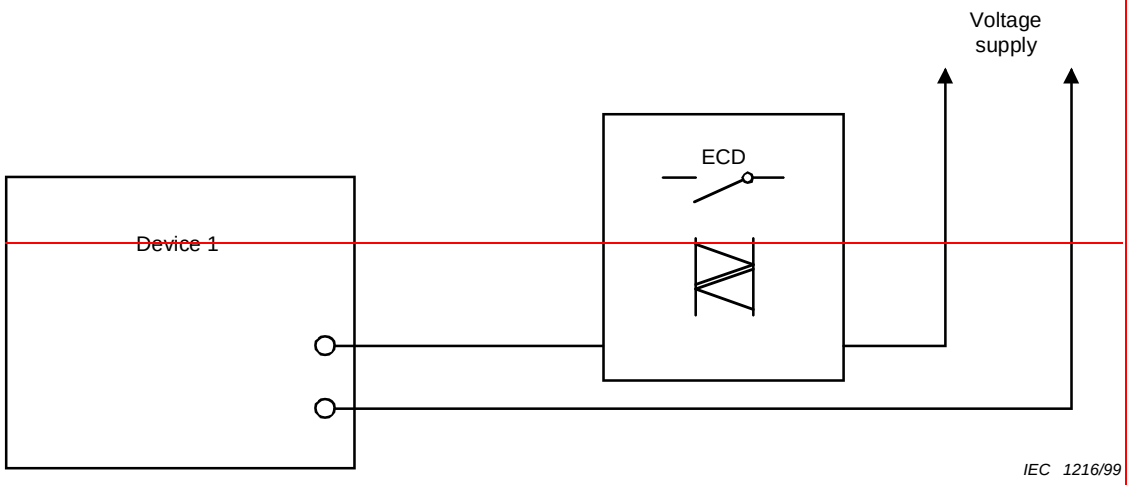
- R_i: internal resistance;
- Z_i: internal leakage impedance.

NOTE In the case where ECD is a mechanical push button, R_i is often neglected and Z_i is often taken as infinity (∞).

E.2 Control circuit configurations

E.2.1 Contactor or starter with external control supply

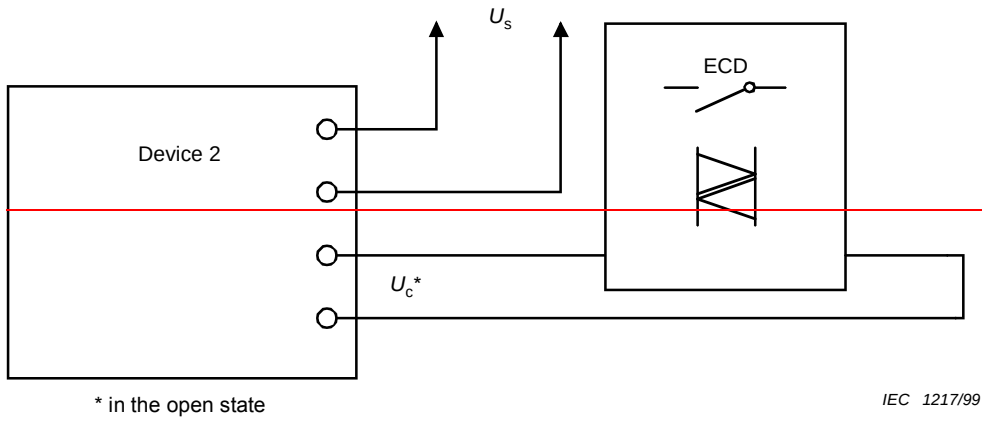
E.2.1.1 Single supply and control input



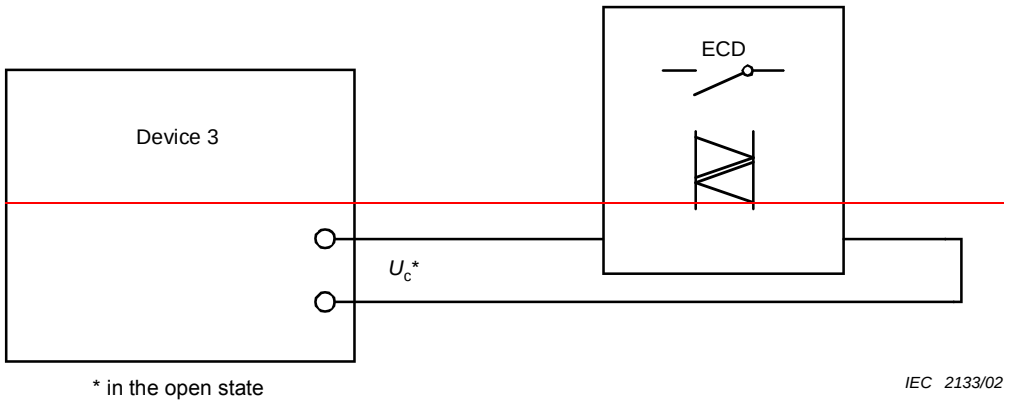
IEC 1216/99

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

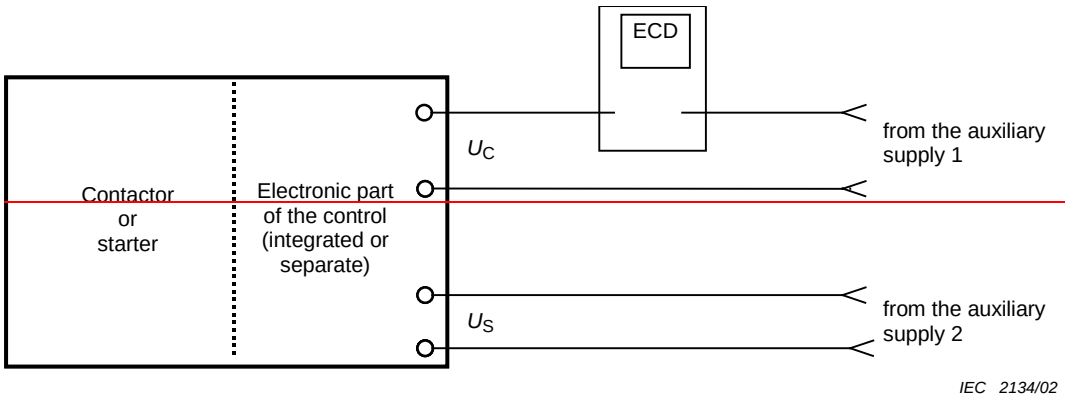
E.2.1.2 Separate supply and control inputs



E.2.2 Contactor or starter with an internal control supply and control input only

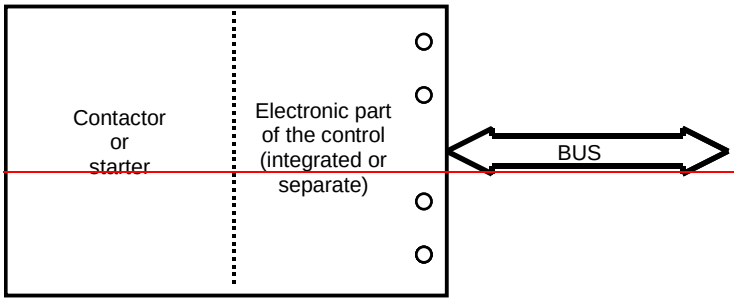


E.2.3 Contactor or starter with several external control supplies



Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

~~**E.2.4 Contactor or starter with bus interface (may be combined with other circuit configurations)**~~



IEC 2135/02

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex F
(normative)

Requirements for auxiliary contact linked with power contact (mirror contact)

F.1 Scope and object

F.1.1 Scope

This annex applies to auxiliary contacts mechanically linked with power contacts of a contactor and designated as mirror contacts in order to avoid any confusion with mechanically linked contact elements dealt within Annex L of IEC 60947-5-1. However, that does not prevent a given auxiliary contact to comply with both requirements for mirror contact of this annex and for mechanically linked contact of Annex L of IEC 60947-5-1.

NOTE 1 A typical application of mirror contacts is to have, in the machine control circuit, a highly reliable monitoring of the status of the contactor. However, mirror contact should not be relied upon exclusively as a means to ensure safety.

NOTE 2 Mirror contacts have previously been referred to as positively safety contacts, forced contacts, linked contacts or positively driven contacts.

NOTE 3 The meaning of “mechanically linked” is also applicable to additional contact blocks which can be mounted by the user.

F.1.2 Object

This annex provides additional specifications (definition, requirements and tests) which shall be used for stating the required design characteristics, marking and performance of mirror contact.

F.2 Terms and definitions

For the purposes of this annex, the following term and definition applies.

F.2.1
mirror contact
normally closed auxiliary contact which cannot be in closed position simultaneously with the normally open main contact under conditions defined in Clause F.7

NOTE One contactor may have more than one mirror contact.

F.3 Characteristics

All mirror contacts shall also comply with the relevant requirements given in this standard.

F.4 Product information

Clause 6 applies with the following addition.

Mirror contacts shall be clearly identified:

– on the contactor itself, or

– in the manufacturer documentation, or

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

– both.

Where a symbol is used to identify a mirror contact, it shall be as shown in Figure F.1.

IEC 2136/02

Figure F.1 – Mirror contact

F.5 Normal service, mounting and transport conditions

There are no supplementary requirements.

F.6 Constructional and performance requirements

Clause 8 applies with the following addition.

When any of the main contacts is closed, no mirror contact shall be closed.

NOTE Self-checking of the mirror contact circuit is recommended.

F.7 Tests

F.7.1 General

Clause 9 applies with the following addition.

Tests according to both F.7.2 and F.7.3 shall be carried out.

F.7.2 Tests on products in a new condition

For each mirror contact, the test shall be carried out on *m* products, where *m* is the number of main contacts.

A new product is used for testing each mirror contact with each of the main contacts.

The tests shall be carried out on products in a new and clean condition. The test procedure shall be as follows:

a) To simulate the occurrence of welding on one main pole, one main contact shall be maintained in the closed position, e.g. by welding or gluing each point of contact (e.g. for double breaking contact, welding is carried out at the two contact points). The thickness of welding or gluing shall be such that the distance between contacts is not modified significantly and the method used shall be described in the test report.

b1) With the operating coil de-energized, an impulse test voltage of 2,5 kV at sea level (correction should be made according to Table F.1 given below, calculated from Table 12 of IEC 60947-1) shall be applied across the mirror contact. There shall be no disruptive discharge.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table F.1 – Test voltage according to altitude

Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5 kV	2,37 kV	2,37 kV	2,29 kV	2,12 kV
NOTE This test ensures a minimum gap of 0,5 mm in accordance with Figures A.1, Figure A.2 and Figure A.3 of IEC 60664-1 from which Table 13 of IEC 60947-1 is issued.				

b2) As an alternative to item 1) above, with the operating coil de-energized, the gap of the contact shall be measured with direct means; it shall be more than 0,5 mm. In case of two or more contact gaps in series, the sum of contact gaps shall be more than 0,5 mm.

The sequences a) and b) (1) or 2)) are repeated on new samples for each main contact welded successively.

F.7.3 **Test after conventional operational performance** (defined under Table 10)

At the end of the conventional operational performance tests according to 9.3.3.6, it shall be verified that, when the coil is energized, the mirror contact shall withstand its rated insulation voltage U_i.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex G
(informative)

Rated operational currents and rated operational powers of switching devices for electrical motors

G.1 General

The given values in Table G.1 are guide values for the relationship between rated operational currents and rated operational powers. They should be considered for use when information concerning products has to be given to the customers.

The statements of this annex are applicable to all kind of switching devices for electrical motors.

The figures are harmonized within the IEC and therefore state the basis for all the product information given by the manufacturer.

The values given in the Table G.1 are typical rated operational currents of motors for the corresponding rated operational powers.

If the devices are in compliance with these values, they are able to switch on and off most of the existing electrical motors.

These values state a harmonized guideline for design of switching devices.

G.2 Rated operational powers and rated operational currents

Rated operational power is linked with individual rated operational currents at different voltages according to Table G.1.

The guide values for rated operational currents are determined on the basis of a four-pole squirrel-cage motor at 400 V, 1 500 min^{-1} and 50 Hz. The rated operational currents for the other voltages are calculated on the basis of values at 400 V.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table G.1 – Rated operational powers and rated operational currents of motors

Rated operational power		Guide values of rated operational currents at										
kW [a]	hp [b]	110-120 V A	200 V A	208 V A	230 V A	220-240 V A	380-415 V A	400 V A	440-480 V A	500 V A	550-600 V A	690 V A
0,06	–	–	–	–	0,35	–	–	0,20	–	0,16	–	0,12
0,09	–	–	–	–	0,52	–	–	0,30	–	0,24	–	0,17
0,12	–	–	–	–	0,70	–	–	0,44	–	0,32	–	0,23
0,18	–	–	–	–	1,0	–	–	0,60	–	0,48	–	0,35
0,25	–	–	–	–	1,5	–	–	0,85	–	0,68	–	0,49
0,37	–	–	–	–	1,9	–	–	1,10	–	0,88	–	0,64
–	1/2	4,4	2,5	2,4	–	2,2	1,3	–	1,1	–	0,9	–
0,55	–	–	–	–	2,6	–	–	1,5	–	1,2	–	0,87
–	3/4	6,4	3,7	3,5	–	3,2	1,8	–	1,6	–	1,3	–
–	1	8,4	4,8	4,6	–	4,2	2,3	–	2,1	–	1,7	–
0,75	–	–	–	–	3,3	–	–	1,9	–	1,5	–	1,1
1,1	–	–	–	–	4,7	–	–	2,7	–	2,2	–	1,6
–	1-1/2	12,0	6,9	6,6	–	6,0	3,3	–	3,0	–	2,4	–
–	2	13,6	7,8	7,5	–	6,8	4,3	–	3,4	–	2,7	–
1,5	–	–	–	–	6,3	–	–	3,6	–	2,9	–	2,1
2,2	–	–	–	–	8,5	–	–	4,9	–	3,9	–	2,8
–	3	19,2	11,0	10,6	–	9,6	6,1	–	4,8	–	3,9	–
3,0	–	–	–	–	11,3	–	–	6,5	–	5,2	–	3,8
4	–	–	–	–	15	–	–	8,5	–	6,8	–	4,9
–	5	30,4	17,5	16,7	–	15,2	9,7	–	7,6	–	6,1	–
5,5	–	–	–	–	20	–	–	11,5	–	9,2	–	6,7
–	7-1/2	44,0	25,3	24,2	–	22,0	14,0	–	11,0	–	9,0	–
–	10	56,0	32,2	30,8	–	28,0	18,0	–	14,0	–	11,0	–
7,5	–	–	–	–	27	–	–	15,5	–	12,4	–	8,9
11	–	–	–	–	38,0	–	–	22,0	–	17,6	–	12,8
–	15	84	48,3	46,2	–	42,0	27,0	–	21,0	–	17,0	–
–	20	108	62,1	59,4	–	54,0	34,0	–	27,0	–	22,0	–
15	–	–	–	–	51	–	–	29	–	23	–	17
18,5	–	–	–	–	61	–	–	35	–	28	–	21
–	25	136	78,2	74,8	–	68	44	–	34	–	27	

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when print

Table G.1 *(continued)*

Rated operational power		Guide values of rated operational currents at										
kW [a]	hp [b]	110-120 V A	200 V A	208 V A	230 V A	220-240 V A	380-415 V A	400 V A	440-480 V A	500 V A	550-600 V A	690 V A
22	–	–	–	–	72	–	–	41	–	33	–	24
–	30	160	92	88	–	80	51	–	40	–	32	–
–	40	208	120	114	–	104	66	–	52	–	41	–
30	–	–	–	–	96	–	–	55	–	44	–	32
37	–	–	–	–	115	–	–	66	–	53	–	39
–	50	260	150	143	–	130	83	–	65	–	52	–
–	60	–	177	169	–	154	103	–	77	–	62	–
45	–	–	–	–	140	–	–	80	–	64	–	47
55	–	–	–	–	169	–	–	97	–	78	–	57
–	75	–	221	211	–	192	128	–	96	–	77	–
–	100	–	285	273	–	248	165	–	124	–	99	–
75	–	–	–	–	230	–	–	132	–	106	–	77
90	–	–	–	–	278	–	–	160	–	128	–	93
–	125	–	359	343	–	312	208	–	156	–	125	–
110	–	–	–	–	340	–	–	195	–	156	–	113
–	150	–	414	396	–	360	240	–	180	–	144	–
132	–	–	–	–	400	–	–	230	–	184	–	134
–	200	–	552	528	–	480	320	–	240	–	192	–
150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
160	–	–	–	–	487	–	–	280	–	224	–	162
185	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	250	–	–	–	–	604	403	–	302	–	242	–
200	–	–	–	–	609	–	–	350	–	280	–	203
220	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	300	–	–	–	–	722	482	–	361	–	289	–
250	–	–	–	–	748	–	–	430	–	344	–	250
280	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	350	–	–	–	–	828	560	–	414	–	336	–
–	400	–	–	–	–	954	636	–	477	–	382	–
300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printed.

Table G.1 *(continued)*

Rated operational power		Guide values of rated operational currents at										
kW [a]	hp [b]	110-120 V A	200 V A	208 V A	230 V A	220-240 V A	380-415 V A	400 V A	440-480 V A	500 V A	550-600 V A	690 V A
315	–	–	–	–	940	–	–	540	–	432	–	313
–	450	–	–	–	–	1 030	–	–	515	–	412	–
335	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
355	–	–	–	–	1 061	–	–	610	–	488	–	354
–	500	–	–	–	–	1 180	786	–	590	–	472	–
375	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
400	–	–	–	–	1 200	–	–	690	–	552	–	400
425	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
450	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
475	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
500	–	–	–	–	1 478	–	–	850	–	680	–	493
530	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
560	–	–	–	–	1 652	–	–	950	–	760	–	551
600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
630	–	–	–	–	1 844	–	–	1 060	–	848	–	615
670	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
710	–	–	–	–	2 070	–	–	1 190	–	952	–	690
750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
800	–	–	–	–	2 340	–	–	1 346	–	1 076	–	780
850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
900	–	–	–	–	2 640	–	–	1 518	–	1 214	–	880
950	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1 000	–	–	–	–	2 910	–	–	1 673	–	1 339	–	970

[a] Preferred rated values according to IEC 60072-1 (primary series).

[b] Horsepower and currents values according to UL 508 (60 Hz).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when print

Annex H
(normative)

Extended functions ~~within~~ to electronic overload relays

~~H.1 Scope~~

~~H.1.1 General~~

~~This annex is intended to cover extended functions included in electronic overload relays (see also note of 5.7) not directly related to the overload protection. Extended functions may also ensure some control functions. Control functions are under consideration.~~

~~NOTE Electronic relay with extended functions may also be called in the field with other designation such as: , "motor management system", "motor protector"...~~

~~This annex applies only to electronic relays intended for use in a.c. circuits.~~

~~H.1.2 Ground/earth fault detection function~~

~~Devices reacting to ground/earth fault currents are used as protective systems. Such devices are frequently used in conjunction with or as an integral part of electronic overload relays to detect ground/earth fault current in equipment in order to provide additional protection against fire and other hazards which may develop as a result of an ground/earth fault of a lasting nature which cannot be detected by the over current protective function. The behaviour due to the presence of a d.c. component is not considered.~~

~~This annex is not applicable to residual current protection devices intended to protect installations; these are covered by IEC 60947-2.~~

~~NOTE This ground/earth fault protection is not intended to provide protection against electric shock.~~

~~H.2 Terms and definitions~~

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

~~**H.2.1**~~
~~**electronic overload relay with ground/earth fault detection**~~
~~multipole electronic relay which operates when the vectorial sum of the currents flowing in the main circuit has increased above a predetermined value in accordance with specified requirements~~

~~NOTE For an easier reading, the term "ground/earth fault relay" is use in the rest of this annex.~~

~~**H.2.2**~~
~~**electronic overload relay with current imbalance detection**~~
~~electronic overload relay which operates in the case of current magnitude imbalance in accordance with specified requirements~~

~~NOTE For an easier reading, the term "current imbalance relay" is use in the rest of this annex.~~

~~**H.2.3**~~
~~**electronic overload relay with voltage imbalance detection**~~
~~electronic overload relay which operates in the case of voltage magnitude imbalance in accordance with specified requirements~~

~~NOTE For an easier reading, the term "voltage imbalance relay" is use in the rest of this annex.~~

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

H.2.4
electronic overload relay with phase reversal detection
multipole electronic overload relay which operates in the case of improper phase sequence at the line side of the starter in accordance with specified requirements

NOTE For an easier reading, the term "phase reversal relay" is use in the rest of this annex.

H.2.5
electronic overload relay with over-voltage detection
electronic overload relay which operates when the voltage has increased above a predetermined value in accordance with specified requirements

NOTE For an easier reading, the term "over-voltage relay" is use in the rest of this annex.

H.2.6
electronic overload relay with under-power detection
electronic overload relay which operates in the case of a power magnitude below a predetermined value in accordance with specified requirements

NOTE For an easier reading, the term "under-power relay" is use in the rest of this annex.

H.2.7
inhibit current (I_{ic})
fault current above which a switching device is not initiated to open

H.3 Classification of electronic overload relays

Subclauses H.2.1 to H.2.5 gives the classification criteria.

H.4 Type of relays

Type CI-A and CI-B: a type CI electronic overload relay is one that will initiate opening of the switching device at all levels of fault current.

Type CII-A and CII-B: a type CII electronic overload relay is one that will not initiate opening of the switching device above a set current level I_{ic} (inhibit current).

NOTE 1 Type CII(-A or –B) are typically used in conjunction with switching devices having a breaking capacity lower than the maximum expected fault current. The inhibit current setting I_{ic} is adjusted according to the maximum breaking capacity of the switching device.

NOTE 2 Types (CI or CII)-A differentiates to types (CI or CII)-B according to their operating characteristics (see Table H.1).

H.5 Performance requirements

H.5.1 Limits of operation of ground/earth fault relays

A ground/earth fault relay, when associated with a switching device, shall operate to open the switching device according to the requirements given in Table H.1. For relays with a ground/earth fault current setting range, the limit of operation of the relay shall be verified at the lowest and highest settings.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table H.1 – Operating time of ground/earth fault relays

Type	Multiples of ground/earth fault current setting	Tripping time T_p ms
CI-A and CII-A	≤ 0,9	No trip
	1,1	$10 < T_p \leq 1\,000$
CI-B and CII-B	≤ 0,75	No trip
	1,25	$10 < T_p \leq 5\,000$

H.5.2 Limits of operation of ground/earth fault relays type CII(-A and –B)

Subclause H.5.1 applies with the following addition.

A ground/earth fault relay type CII, when associated with a switching device, shall not initiate operation of the switching device, in the presence of a ground/earth fault current, when the fault current in any phase reaches or exceeds 95 % the set current level I_{ic} (see H.4) and shall operate to open the equipment when the fault current in any phase is 75 % or less of I_{ic}.

H.5.3 Limits of operation of voltage imbalance relays

A voltage imbalance relay, when associated with a switching device, shall operate to open the switching device at any value of time but no longer than within 120 % of the time setting and shall operate to prevent the closing of the switching device when the voltage imbalance, defined as the ratio U_{imb} (1) between the maximum voltage deviation of any phase from average voltage U_{avg} and the average current U_{avg}, is above 1,2 times the voltage imbalance setting.

$$U_{imb} = \frac{\mathrm{Max}_{i=1}^{n} \left| U_i - U_{avg} \right|}{U_{avg}} \qquad \text{(H.1)}$$

where

$U_{avg} = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} U_i}{n}$, n is the number of phases and U_i the r.m.s value of each phase.

When the operating time is below 1 s, the tolerance shall be given by the manufacturer.

H.5.4 Limits of operation of phase reversal relays

A phase reversal relay, when associated with a switching device, shall permit the closing of the equipment when the voltage sequence of phases on the line side of the starter is the same as the voltage sequence setting. After interchanging two phases, the phase reversal relay shall prevent the closing of the equipment.

H.5.5 Limits of operation of current imbalance relays

A current imbalance relay, when associated with a switching device, shall operate to open the equipment within 80 % to 120 % of the time setting where the current imbalance, defined as the ratio (1) between the maximum current deviation of any phase from average current I_{avg} and the average current I_{avg} is above 1,2 times the current imbalance setting, the general tripping requirements defined in 8.2.1.5.1.1 being maintained.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Max}\left|I_i - I_{avg}\right|}{I_{avg}} \quad \text{(H.2)}$$

where

$I_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^{n} I_i}{n}$, n is the number of phases and I_i the r.m.s value of each phase.

When the operating time is below 1 s, the tolerance shall be given by the manufacturer.

H.5.6 Limits of operation of over-voltage relays

a) Operating voltage

An over-voltage relay, when associated with a switching device, shall operate to open the equipment and shall operate to prevent the closing of the equipment when the supply voltage is above the set value, if any, or above 110 % of the rated voltage of the relay for a defined duration.

b) Operating time

For a time-delay over-voltage relay, the time-lag shall be measured from the instant when the voltage reaches the operating value until the instant when the relay actuates the tripping device of the equipment.

H.5.7 Limits of operation of under-power relays

An under-power relay shall operate to open the switching device at any value of time but no longer than 120 % of the time setting where the load power is under 0,8 times the under-power setting.

H.6 Tests

H.6.1 Limits of operation of ground/earth fault relays type CI and CII (-A and –B)

The limits of operation shall be in accordance with H.5.1 and verified as follows.

For overload relays with an adjustable ground/earth fault current setting, the test shall be made at the minimum and at the maximum current settings. The test circuit shall be in accordance with Figure H.1 or with electronically controlled current supply for the generation of the fault current. The test shall be made at any convenient voltage and power factor.

The test circuit being calibrated at each of the values of the ground/earth fault operating current specified in the Table H.1, as applicable, and the switch S1 being in the closed position, the test current is suddenly established by closing switch S2.

For ground/earth fault relays type CII, the inhibit current shall be set to a value at least 30 % higher than the maximum ground/earth fault current setting.

H.6.2 Verification of inhibit function of ground/earth fault relays type CII (-A and –B)

For overload relays with an adjustable ground/earth fault current setting, the test shall be made at the lowest setting.

For overload relays with an adjustable inhibit current setting I_{ic}, the test shall be made at the minimum and at the maximum I_{ic} settings.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE The inhibit current setting is to be set to a higher value than the minimum ground/earth fault current.

The impedance Z is adjusted so as to let a current flow in the circuit equal to:

a) 95 % the inhibit current I_{ic}

The switch S1 being in the closed position, the test current is established by closing switch S2.

The overload relay shall not initiate the opening of the switching device.

b) 75 % the inhibit current I_{ic}

The switch S1 being in the closed position, the test current is established by closing switch S2.

The overload relay shall initiate the opening of the switching device.

Each phase has to be tested separately.

H.6.3 Current imbalance relays

The limits of operation shall be verified in accordance with H.5.5.

H.6.4 Voltage imbalance relays

The limits of operation shall be verified in accordance with H.5.3.

H.6.5 Phase reversal relays

The limits of operation shall be verified in accordance with H.5.4.

H.6.6 Over-voltage relays

The limits of operation shall be verified in accordance with H.5.6.

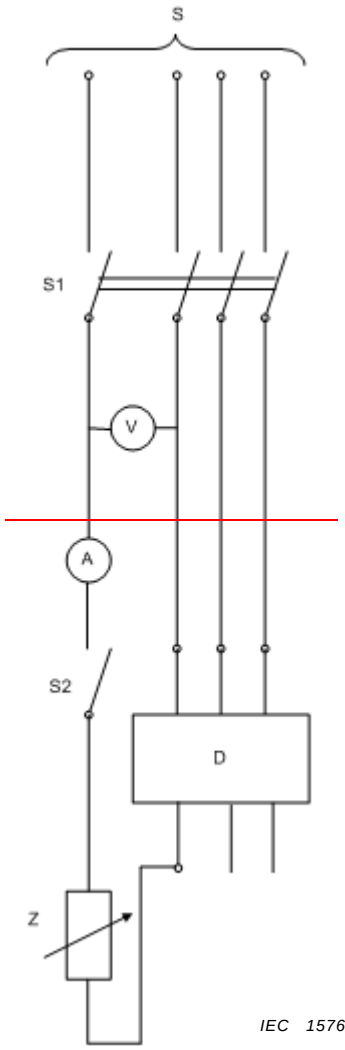
H.6.7 Under-power relays

The limits of operation shall be verified in accordance with H.5.7.

H.7 Routine and sampling tests

Electronic overload relays with extended functions shall, in addition to tests of 9.3.6, be submitted to additional tests to verify the proper operation of their relevant additional functions, according to H.5.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



~~Key~~

~~S supply~~
~~(three phases required only if necessary to supply the device)~~
~~V voltmeter~~
~~A ammeter~~
~~S1 all-pole switch~~
~~S2 single-pole switch~~
~~D overload relay under test~~
~~Z adjustable impedance~~

~~Figure H.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic of a ground/earth fault relay~~

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

H.1 General

Annex T of IEC 60947-1:2007, Amendment 1 applies with the following additions.

H.2 Terms and definitions

H.2.1
electronic overload relay with control functions
multipole electronic relay with motor control operations through its inputs and outputs

NOTE Example of control functions: reversing control, two speed control, star-delta control, etc.

H.2.2
electronic overload relay with under-voltage restarting function
electronic relay which operates when the voltage applied to the main circuit or control circuit is reduced below a predetermined value and automatically resets (with or without time delay) when the voltage is recovered

H.2.3
electronic overload relay with main circuit under-voltage restarting function
electronic overload relay with under-voltage restarting function monitoring only the main circuit

H.2.4
electronic overload relay with control circuit under-voltage restarting function
electronic overload relay with under-voltage restarting function monitoring only the control circuit

NOTE The automatic restarting function may be de-activated.

H.3 Limits of operation of control functions

H.3.1 General

The operation time sequences, the interactions with the inputs and outputs and the limits of operation shall be described in the manufacturer literature.

For motor restart functions, the ranges and tolerances of time and voltage dip detection and of the delay of restarting after voltage restoration shall be given in the manufacturer literature.

H.3.2 Limits of electronic overload relay with main circuit under-voltage restarting function

When under-voltage or loss of voltage occurs in the main circuit, the relay will operate. The following applies:

a) if the voltage resumes within T1 (off-time for immediate reset), the overload relay shall control the starter circuit to immediately restore the running condition;

b) if the voltage resumes between T1 and T2 (off-time for reset), the relay shall reset to the starting sequence;

c) if the voltage resumes after T2, the relay shall not reset automatically.

T1 and T2 are adjustable, and the value of T2 is greater than T1.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The tolerance of the threshold voltage and of the time settings shall be specified by the manufacturer but no more than ±10 %. If the time setting value is lower than 1 s, the manufacturer shall state the tolerances.

H.4 Test of the control functions

The test of the control functions shall be verified according to H.3, and each control function should be verified at least 3 times.

For restart functions, the detection time for a voltage dip and the delay of restarting shall be verified according to H.3.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex I
(informative)

AC1 contactors for use with semiconductor controlled motor loads

Contactors are often used with semiconductor controllers, starters or drives. Contactors for such applications are not intended to make or break motor load currents at the stated system voltage.

The intended use is to carry motor currents either on the line or load side of such controllers, and allow the controller to be removed from the line and/or load in the off condition. A further use is to by-pass controllers, usually for the purpose of reducing thermal losses, in the up-to speed condition. In such applications the contactors should be so controlled and interlocked so as to prevent them being opened or closed when the load current is present.

When the above conditions are met, the contactors may be chosen according to category AC1.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex J

Void

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex K
(normative)

Procedure to determine data for electromechanical contactors used in functional safety applications

K.1 General

K.1.1 Introduction

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

K.1.2 Scope and object

This annex specifies procedures for the provision of specific data characterising the performance of electromechanical contactors in functional safety applications.

These data are required by functional safety standards including IEC 61508 series, IEC 62061, IEC 61511 series, IEC 61513, ISO 13849-1.

Specific data for functional safety applications are for example: failure rate per operation, useful life, confidence level and overall life time.

This annex addresses only the main function of an electromechanical contactor.

K.1.3 General requirements

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

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

The confidence level related to failure rate calculation during the useful life of the device shall be 60 % unless otherwise specified by the manufacturer.

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

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

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

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

K.2 Terms, definitions and symbols

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.2.1 Terms and definitions

K.2.1.1
reliability
performance
ability of an item to perform a required function under given conditions for a given time interval

[IEV 191-02-06, modified]

K.2.1.2
useful life
under given conditions, the time interval beginning at a given instant of time, and ending when the failure rate becomes unacceptable

NOTE For contactors, the useful life is expressed in number of operations.

K.2.1.3
constant failure rate period
that period, if any, in the life of a non-repaired item during which the failure rate is approximately constant

[IEV 191-10-09]

K.2.1.4
overall lifetime
lifetime of the device which should not be exceeded in order to maintain the validity of the estimated failure rates due to random hardware failures

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

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

K.2.1.5
censoring
termination of the test after either a certain number of failures or a certain time at which there are still items functioning

K.2.1.6
suspension
situation in which an item that either has not failed or has not failed in the manner under investigation, i.e. failed due to some other cause, is removed from test

K.2.1.7
no-make-break-current utilization
conditions in which the switching device makes and breaks without load

K.2.1.8
time to failure
operating time accumulated from the first use, or from restoration, until failure

NOTE For contactors, the time to failure is expressed in number of operations.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.2.2 Symbols

n number of samples tested

r number of failures

t number of operating cycles

η Weibull characteristic life or scale parameter

$ß$ Weibull shape parameter

c number of operations per hour

λ_u assessed failure rate (upper limit) at confidence level of 60 % expressed in per operation

λ failure rate expressed in per hour

λ_D dangerous failure rate expressed in per hour

K.3 Method based on durability test results

K.3.1 General method

As the failures of such products are of a random nature, the method is based on results given by a continuous appropriate monitoring of the contactors under the appropriate durability test.

K.3.2 Test requirements

Mechanical durability shall be determined in accordance with B.2.1 to B.2.2.4. For the no-make-break-current utilisation the mechanical durability is applicable.

Electrical durability shall be determined in accordance with B.3.1 to B.3.2 using utilization category AC-3 unless otherwise stated by the manufacturer.

The test environment shall be in accordance with Clause 7.

Product modifications which do not impact the data listed in K.5 do not require retesting of the product.

K.3.3 Characterization of a failure mode

The occurrence of one or more of the failure modes listed in Table K.1 or the attainment of the specified number of operating cycles given by the manufacturer shall lead to the conclusion of the test for that device.

Table K.1 – Failure mode of contactors

Failure modes	Characteristics for a normally open contactor
Failure to open	– current remaining after the coil is de-energised
Failure to close	– no current in one or more poles after the coil is energised
Short-circuit between poles	– insulation failure between poles
Short-circuit between pole and any adjacent part	– insulation failure with any adjacent part

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.3.4 Weibull modelling

K.3.4.1 Modelling method

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

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

$$H \geq F_{\gamma}\left(2\lfloor (r-1)/2 \rfloor,\ 2\lfloor r/2 \rfloor\right)$$

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

NOTE 1 IEC 61649 provides details and examples of calculation.

NOTE 2 Small number of samples will increase the uncertainty of estimating the life parameters, which will result in a lower value of the lower limit of the failure rate per operation.

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

K.3.4.2 Median rank regression

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

If a table of median ranks and a means to calculate median ranks using the Beta distribution is not available, Bernard's approximation, Equation (K.1), may be used where:

$$F_{\mathrm{i}} = \frac{(i-0{,}3)}{(N+0{,}4)} \times 100 \ \ \% \qquad \text{(K.1)}$$

where

N is the sample size, and

i is the ranked position of the data item of interest.

NOTE This equation is mostly used for N ≤ 30; for N > 30 the correction of the cumulative frequency can be neglected: Fi = (i/N) × 100 %.

Small sample size makes it difficult to gauge the goodness-of-fit. The coefficient of determination is the most commonly used for checking the Weibull distribution. This can be calculated using Equation (K.2):

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

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

The following are the steps to plot data sets.

a) First, rank the times in operation cycle from earliest to latest;

b) Use Bernard's approximation (K.1) to calculate the median ranks;

c) Plot the failure times (x) versus the median ranks F_i *(y)* on 1 x 1 Weibull paper or log-log paper to derive x_{ln} and y_{ln};

d) Calculate $\hat{\beta}$ by a straight regression function to get the equation for the line $y_{ln} = \hat{\beta}\ x_{ln} + b$;

e) Calculate $\hat{\eta} = e^{\left(\frac{b}{\hat{\beta}}\right)}$;

f) Plot the regression line on the graph to verify the fit.

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

K.3.5 Useful life and upper limit of failure rate

K.3.5.1 Numerical method

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

For 20 or fewer data points, with or without censoring times, the Weibull parameters $\hat{\beta}$ and $\hat{\eta}$ obtained with Median Rank Regression (MRR) in K.3.4.2 shall be used.

K.3.5.2 Point estimate of the fractile (10 %) of the time to failure

Compute $\hat{B}_{10}$ using Equation (K.3), the point estimate of B_{10}, the time by which 10 % of the population will have failed:

$$\hat{B}_{10} = \hat{\eta}\left[\ln\left(\frac{1}{0{,}9}\right)\right]^{1/\hat{\beta}} \qquad \text{(K.3)}$$

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.3.5.3 Useful life

Compute the lower (1 – y)100 % confidence level of B_{10} using Equations (K.4), (K.5), (K.6) and (K.7):

$$h_1 = \ln [-\ln(0{,}9)] \tag{K.4}$$

$$\delta_1 = \frac{-A_6 x^2 - r h_1 + x\sqrt{\left(A_6^2 - A_4 A_5\right)x^2 + r A_4 + 2 r h_1 A_6 + r A_5 h_1^2}}{r - x^2 A_5} \tag{K.5}$$

where:

$x = u_\gamma$
is the y fractile of the normal distribution. Unless otherwise specified by the manufacturer, a 60 % lower confidence level shall be used (hence $_y$= 0,4 and u_γ= 0,253 3).

A_4, A_5 and A_6
are computed as follows, using the ratio q = r/n:
$A_4 = 0{,}49q - 0{,}134 + 0{,}622q^{-1}$;
$A_5 = 0{,}244\ 5\ (1{,}78 - q)\ (2{,}25 + q)$;
$A_6 = 0{,}029 - 1{,}083 \ln(1{,}325q)$.

$$Q_1 = \mathrm{e}^{\left(-\frac{\delta_1 + h_1}{\hat{\beta}}\right)} \tag{K.6}$$

$$B_{10|\text{lowerlimit}} = Q_1 \hat{B}_{10} \tag{K.7}$$

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

K.3.5.4 Upper limit of failure rate

The upper limit of failure rate per operation is given by the following Equation (K.8):

$$\lambda_u = \frac{-\ln(0{,}9)}{B_{10|\text{lowerlimit}}} \approx \frac{1}{10 \times B_{10|\text{lowerlimit}}} \tag{K.8}$$

K.3.5.5 Test conditions

Normal conditions are given in Clause 7.

Other conditions are subject to agreement between user and manufacturer. In such cases, the given values shall be obtained under these conditions.

K.3.6 Reliability data

The resulting reliability data are:

– Failure rate per operation: $\lambda_{u.}$

– Useful life value = $B_{10|\text{lower limit}}$.

K.4 Method based on experience of returns from the field

This method can use the same statistical calculations but failure data collected from the field can be related to a very wide range of environments and utilization categories.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

This method is under consideration.

K.5 Data to be provided

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

- failure rate per operation λ_u (see K.3.6);
- useful life (see K.3.6);
- confidence level if different from 60 %;
- no-make-break-current or utilization category if different from AC-3 utilization;
- maximum switching rate;
- maximum operational voltage, if different from U_e;
- maximum operational current for the specified utilization category, if different from I_e;
- overall life time = 20 years unless otherwise specified by the manufacturer;
- environment conditions if different from the normal conditions.

NOTE 1 The failure rate λ, expressed in "per hour", is given by the failure rate, expressed in "per operation", λu, multiplied by the number of operations per hour c:

$$\lambda = \lambda u \times c$$

NOTE 2 The overall life time of 20 years is generally used as a statistical reference for reliability analysis.

The hardware fault tolerance for one contactor is generally zero.

NOTE 3 In IEC 62061, a hardware fault tolerance of N means that N+1 faults could cause a loss of the function.

The Table K.2 gives the typical failure ratio used to calculate the rate of dangerous failure λ_D ; this dangerous failure rate is calculated with the following equation:

$$\lambda_D = \lambda \times F$$

Table K.2 – Typical failure ratios for normally open contactors

Failure modes	Typical failure ratios *F* associated with AC3 electrical durability test results for normally open contactors [a]	Typical failure ratios *F* associated with mechanical durability test results for normally open contactors [a]
Failure to open [b]	73 %	50 %
Failure to close	25 %	50 %
Short-circuit between poles	1 %	0 %
Short-circuit between poles and any adjacent part (e.g. auxiliary, earth plate, coil)	1 %	0 %
NOTE If a contactor is used in such a way that a hazardous situation can be caused by a failure mode for which the failure ratio is above 40%, the system may need a diagnostic function and appropriate fault reaction function(s).		
[a] The typical values result from tests performed on different contactors [b] The diagnostic coverage of the subsystem incorporating a contactor with mirror contacts can be 99 % if an appropriate fault reaction function(s) is provided.		

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.6 Example

K.6.1 Test results

A total of 15 contactors (n = 15) have been tested at the same time until all have failed. The 15 times to failure (r =15) are ordered with i in the Table K.3.

Table K.3 – Example of 15 sorted ascending times to failure of contactors

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

K.6.2 Weibull distribution and median rank regression

The calculation of median ranks gives the following results:

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

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

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

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.6.3 Useful life and failure rate

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

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

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

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

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

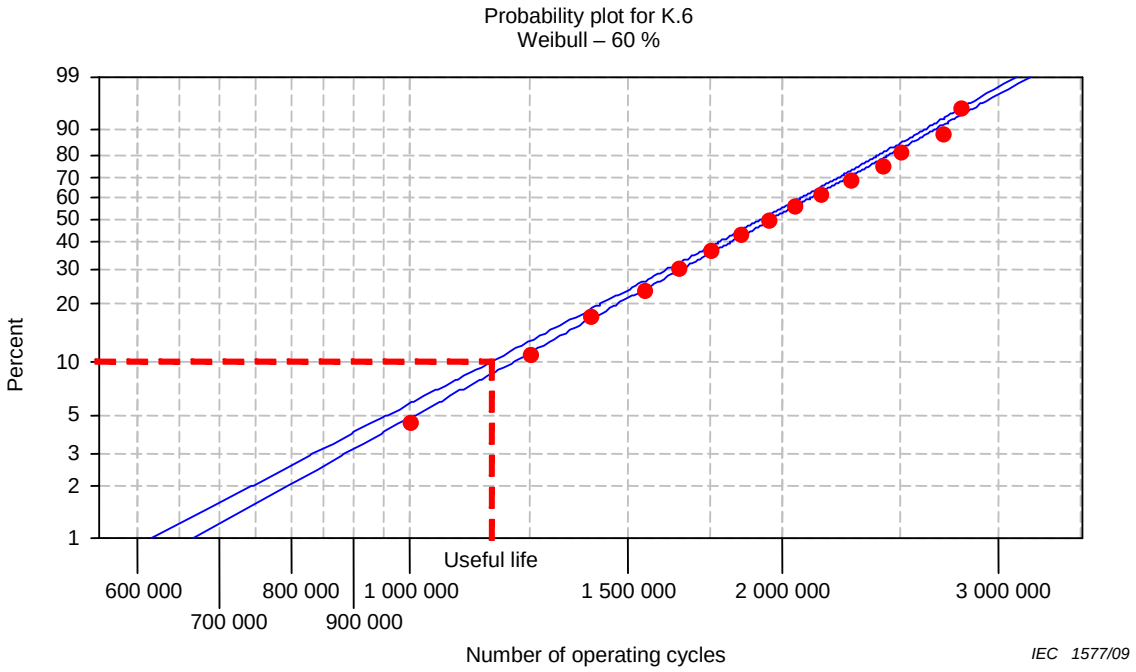


Figure K.1 – Plot of Weibull median rank regression

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Bibliography

IEC 60050-191:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

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

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

IEC 60072-1:1991, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080*

IEC 60076-1:1993, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60269-2:2006, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to I*

IEC 60381-1:1982, *Analogue signals for process control systems – Part 1: Direct current signals*

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

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

IEC 61915-2:2011, *Low-voltage switchgear and controlgear – Device profiles for networked industrial devices – Part 2: Root device profiles for starters and similar equipment*

UL 508, *Industrial control equipment* (available in English only)

UL 60947-4-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

———————

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when print

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 141
INTRODUCTION (à l'amendement 1) 143

1 Domaine d'application et objet 144
1.1 Domaine d'application 144
1.1.1 Contacteurs pour courant alternatif et pour courant continu 144
1.1.2 Démarreurs de moteurs pour courant alternatif 144
1.2 Exclusions 146
1.3 Objet 147
2 Références normatives 147
3 Termes, définitions, symboles et abréviations 148
3.1 Généralités 148
3.2 Index alphabétique des termes 148
3.3 Termes et définitions relatifs aux contacteurs 150
3.4 Termes et définitions relatives aux démarreurs 151
3.5 Termes et définitions concernant les grandeurs caractéristiques 155
3.6 Symboles et abréviations 156
4 Classification 157
5 Caractéristiques des contacteurs et des démarreurs 157
5.1 Énumération des caractéristiques 157
5.2 Type du matériel 157
5.2.1 Nature du matériel 157
5.2.2 Nombre de pôles 157
5.2.3 Nature du courant (alternatif ou continu) 157
5.2.4 Milieu de coupure (air, huile, gaz, vide, etc.) 157
5.2.5 Conditions de fonctionnement du matériel 157
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux 158
5.3.1 Tensions assignées 158
5.3.2 Courants ou puissances 159
5.3.3 Fréquence assignée 161
5.3.4 Services assignés 161
5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge 162
5.3.6 Courant assigné de court-circuit conditionnel 165
5.3.7 Impédance de pôle d'un contacteur (*Z*) 165
5.4 Catégorie d'emploi 165
5.4.1 Généralités 165
5.4.2 Attribution des catégories d'emploi suivant les résultats d'essais 166
5.5 Circuits de commande 167
5.6 Circuits auxiliaires 168
5.7 Caractéristiques des relais et des déclencheurs (relais de surcharge) 168
5.7.1 Énumération des caractéristiques 168
5.7.2 Types du relais ou du déclencheur 168
5.7.3 Valeurs caractéristiques 169
5.7.4 Désignation et courants de réglage des relais de surcharge 170
5.7.5 Caractéristiques temps-courant des relais de surcharge 171
5.7.6 Influence de la température de l'air ambiant 171

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits 171
5.9 Vacant 171
5.10 Types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique de commutation et des dispositifs de commande automatique d'accélération 171
5.10.1 Types 171
5.10.2 Caractéristiques 171
5.11 Types et caractéristiques des autotransformateurs des démarreurs par autotransformateur à deux étapes 172
5.12 Types et caractéristiques des résistances de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances 172
6 Informations sur le matériel 173
6.1 Nature des informations 173
6.1.1 Identification 173
6.1.2 Caractéristiques, valeurs assignées fondamentales et utilisation 173
6.2 Marquage 174
6.3 Instructions de montage, de fonctionnement et d'entretien 175
7 Conditions normales de service, de montage et de transport 175
8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement 175
8.1 Exigences relatives à la construction 175
8.1.1 Généralités 175
8.1.2 Matériaux 175
8.1.3 Parties transportant le courant et leurs connexions 176
8.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite 176
8.1.5 Organe de commande 176
8.1.6 Indication de la position des contacts 176
8.1.7 Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement 176
8.1.8 Bornes 176
8.1.9 Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre 176
8.1.10 Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection 177
8.1.11 Enveloppes pour le matériel 177
8.1.12 Degrés de protection du matériel sous enveloppe 177
8.1.13 Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques 177
8.2 Dispositions relatives au fonctionnement 177
8.2.1 Conditions de fonctionnement 177
8.2.2 Echauffement 183
8.2.3 Propriétés diélectriques 185
8.2.4 Exigences de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge 186
8.2.5 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits 195
~~8.2.6 Vacant ..... 195~~
~~8.2.7 Exigences supplémentaires pour les combinés de démarrage et les démarreurs protégés aptes au sectionnement ..... 195~~
8.3 Compatibilité électromagnétique (CEM) 196
8.3.1 Généralités 196
8.3.2 Immunité 196
8.3.3 Émission 197

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9 Essais 197
9.1 Nature des essais 197
9.1.1 Généralités 197
9.1.2 Essais de type 197
9.1.3 Essais individuels 197
9.1.4 Essais sur prélèvement 198
9.1.5 Essais spéciaux 198
9.2 Conformité aux dispositions relatives à la construction 199
9.2.1 Généralités 199
9.2.2 Performance électrique des organes de serrage sans vis 199
9.2.3 Essai de vieillissement pour les organes de serrage sans vis 200
9.3 Conformité aux dispositions relatives au fonctionnement 200
9.3.1 Séquences d'essais 200
9.3.2 Conditions générales d'essai 200
9.3.3 Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge 201
9.3.4 Fonctionnement en condition de court-circuit 212
9.3.5 Aptitude des contacteurs à supporter les courants de surcharge 217
9.3.6 Essais individuels et essais sur prélèvement 218
9.4 Essais CEM 219
9.4.1 Généralités 219
9.4.2 Immunité 219
9.4.3 Émission 221

Annexe A (normative) Marquage et identification des bornes des contacteurs et des relais de surcharge associés 231
Annexe B (normative) Essais spéciaux 235
Annexe C Vacant 244
Annexe D (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur 245
Annexe E ~~(informative) Exemples de configuration de circuits de commande~~ (Vacant) 246
Annexe F (normative) Exigences pour un contact auxiliaire lié à un contact de puissance (contact miroir) 249
Annexe G (informative) Courants assignés d'emploi et puissances assignées d'emploi des appareils de connexion pour moteurs électriques 252
Annexe H (normative) Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge 256
Annexe I (informative) Contacteurs AC1 pour utilisation avec des moteurs commandés par des appareils à semiconducteurs 264
Annexe J Vacant 265
Annexe K (normative) Procédure pour déterminer les données des contacteurs électromécaniques utilisés pour les applications de sécurité fonctionnelle 266

Bibliographie 276

Figure 1 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage étoile-triangle (voir 1.1.2.2.1) 223
Figure 2 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage par autotransformateur (voir 1.1.2.2.2) 224

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure 3 – Variantes types de démarreurs protégés, de combinés de démarrage, d'appareils de connexion protégés et de combinés d'appareils de connexion 225

Figure 4 – Exemple de schéma en triphasé d'un démarreur rotorique à résistances à trois étapes de démarrage et à un seul sens de marche (dans le cas où tous les appareils mécaniques de connexion sont des contacteurs) 226

Figure 5 – Méthodes et schémas-types de démarrage, au moyen d'autotransformateurs, de moteurs à induction à courant alternatif 227

Figure 6 – Exemples de courbes vitesses/temps correspondant aux cas a), b), c), d), e) et f) de 5.3.5.5 (les courbes en pointillé correspondent aux périodes où aucun courant ne circule dans le moteur) 228

Figure 7 – Limites des multiples de la valeur du courant de réglage des relais de surcharge temporisés compensés pour la température de l'air ambiant (voir 8.2.1.5.1) 229

Figure 8 – Essai de mémoire thermique 229

Figure 9 – Exemple de mesure d'impédance de pôles pour un contacteur à 3 pôles 230

Figure 10 – Mesure de chute de tension au point de contact de la borne 230

Figure B.1 – Exemples de caractéristique de tenue temps-courant 243

Figure F.1 – Contact miroir 250

~~Figure H.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement d'un relais de défaut à la terre ..... 261~~

Figure K.1 – Tracé de la régression de rang médian de Weibull 275

Tableau 1 – Catégories d'emploi 167

Tableau 2 – Classes de déclenchement des relais de surcharge 170

Tableau 3 – Limites de fonctionnement des relais temporisés de surcharge alimentés sur tous leurs pôles 181

Tableau 4 – Limites de fonctionnement des relais de surcharge tripolaires temporisés chargés sur deux pôles seulement 182

Tableau 5 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile 184

Tableau 6 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent 185

Tableau 7 – Pouvoirs de fermeture et de coupure – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi 187

Tableau 8 – Relation entre le courant coupé I_C et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure 190

Tableau 9 – Détermination du courant d'emploi pour les catégories d'emploi AC-6a et AC-6b à partir des caractéristiques assignées pour AC-3 191

Tableau 10 – Fonctionnement conventionnel en service – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi 192

Tableau 11 – Exigences de tenue aux courants de surcharge 195

Tableau 12 – Critères d'acceptation spécifiques pour les essais d'immunité 196

Tableau 13 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi 214

Tableau 14 – Essais CEM d'immunité 220

Tableau 15 – Limites d'essai d'émission conduite à fréquence radio 222

Tableau 16 – Limites d'essai d'émission rayonnée 222

Tableau 17 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi (tableau harmonisé) 215

Tableau B.1 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi 239

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau B.2 – Conditions d'essai 242
Tableau F.1 – Tensions d'essai selon l'altitude 251
Tableau G.1 – Puissances assignées d'emploi et courants assignés d'emploi des moteurs 253
~~Tableau H.1 – Temps de fonctionnement des relais de défaut à la terre ..... 258~~
Tableau K.1 – Mode de défaillance des contacteurs 268
Tableau K.2 – Rapports de défaillance types pour les contacteurs normalement ouverts 273
Tableau K.3 – Exemple de 15 durées de fonctionnement avant défaillance de contacteurs classées par ordre ascendant 273

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique 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'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les normes internationales de la CEI dans leurs normes 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.

Cette version consolidée de la CEI 60947-4-1 comprend la troisième édition (2009) [documents 17B/1674/FDIS et 17B/1677/RVD] et son amendement 1 (2012) [documents 17B/1769/FDIS et 17B/1780/RVD]. Elle porte le numéro d'édition 3.1.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de ba se a été modifiée par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

La Norme internationale CEI 60947-4-1 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente (2000) et ses Amendements 1 (2002) et 2 (2005):

- suppression de l'essai à –5 °C et +20 °C pour les relais de surcharge thermiques qui ne sont pas compensés pour la température de l'air ambiant;
- ajout de conditions d'essai conformes à l'Annexe Q de la CEI 60947-1;
- essais CEM: clarification des critères d'acceptation et alignement sur la CEI 60947-1 pour le niveau de sécurité pour les transitoires rapides;
- Annexe B, essai pour Icd: modification de la durée de la tension de l'essai diélectrique de 5 s à 60 s;
- Annexe B: amélioration des aspects statistiques de la durabilité électrique;
- Annexe H: clarification et introduction de nouvelles fonctions étendues dans les relais électroniques de surcharge;
- Annexe K, procédure pour déterminer les données des contacteurs électromécaniques utilisés pour les applications de sécurité fonctionnelle: création de cette nouvelle annexe.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60947, présentées sous le titre général *Appareillage à basse tension,* peut être consultée sur le site web de la CEI.

La présente norme doit être lue conjointement avec la CEI 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1 : Règles générales*. Les dispositions des règles générales sont applicables à la présente norme, lorsque cela est spécifiquement mentionné.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

INTRODUCTION
(à l'amendement 1)

Cet amendement inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition 3 précédente (2009):

- introduction du système de gestion de moteurs;
- définitions et méthodes de mesure de la puissance consommée du circuit de commande pendant les opérations de maintien et d'appel;
- méthode de mesure de l'impédance des pôles;
- exigences relatives aux organes de serrage sans vis;
- exigences de performance des contacteurs à accrochage;
- alignements sur l'Amendement 1 de la CEI 60947-1:2007;
- harmonisation avec la CEI 60947-2 des essais de fonctionnement des relais à minimum de tension et des déclencheurs à bobines en dérivation (déclencheur shunt);
- harmonisation des essais de court-circuit avec l'Amérique du Nord;
- exigences d'essai pour la catégorie d'emploi AC-6b, charge capacitive;
- polarité des contacteurs pour courant continu;
- méthode d'essai diélectrique en présence d'une varistance intégrée;
- ajout d'une fonction étendue pour relais de surcharge électronique: fonctions de commande.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques

1 Domaine d'application et objet

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60947 est applicable aux types de matériels indiqués en 1.1.1 et 1.1.2 dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

Les démarreurs et/ou contacteurs traités dans la présente norme ne sont pas normalement conçus pour interrompre les courants de court-circuit. En conséquence, une protection appropriée contre les courts-circuits (voir 9.3.4) fait partie de l'installation, mais pas nécessairement du contacteur ou du démarreur.

Dans ce contexte, la présente norme donne les exigences pour:

– les contacteurs associés à des dispositifs de protection contre les surcharges et/ou contre les courts-circuits;
– les démarreurs associés à des dispositifs séparés de protection contre les courts-circuits et/ou à des dispositifs séparés de protection contre les courts-circuits et des dispositifs intégrés de protection contre les surcharges;
– les contacteurs ou les démarreurs combinés, dans des conditions spécifiées, avec leurs propres dispositifs de protection contre les courts-circuits. Les caractéristiques de ces combinaisons, par exemple combinés de démarrage ou démarreurs protégés sont assignées comme pour un appareil.

Pour les disjoncteurs et les combinés-fusibles utilisés comme dispositifs de protection contre les courts-circuits dans les combinés de démarrage et dans les démarreurs protégés, les exigences de la CEI 60947-2 et de la CEI 60947-3, suivant le cas, s'appliquent.

Les matériels visés par la présente norme sont les suivants.

1.1.1 Contacteurs pour courant alternatif et pour courant continu

Contacteurs pour courant alternatif et pour courant continu destinés à fermer et à ouvrir des circuits électriques et, s'ils sont équipés de relais appropriés (voir 1.1.2), à assurer la protection de ces circuits contre les surcharges susceptibles de se produire en exploitation.

NOTE Pour les contacteurs associés à des relais appropriés et destinés à assurer la protection contre les courts-circuits, les conditions correspondantes spécifiées pour les disjoncteurs (CEI 60947-2) s'appliquent également.

La présente norme s'applique également aux organes de commande des contacteurs auxiliaires et aux contacts destinés exclusivement au circuit de la bobine des contacteurs.

Les contacteurs ou les démarreurs comprenant un électro-aimant commandé électroniquement sont également couverts par la présente norme.

1.1.2 Démarreurs de moteurs pour courant alternatif

Démarreurs de moteurs pour courant alternatif (incluant le système de gestion de moteurs) destinés à provoquer le démarrage des moteurs et à les amener à leur vitesse normale, à en

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

assurer le fonctionnement continu, à interrompre leur alimentation et à assurer la protection des moteurs et de leurs circuits associés contre les surcharges de service.

Pour les relais de surcharge pour démarreurs, y compris ceux utilisant les technologies électroniques avec ou sans fonctions étendues conformes à l'Annexe H, les exigences de la présente norme s'appliquent.

1.1.2.1 Démarreurs directs (sous pleine tension) pour courant alternatif

Démarreurs directs destinés à provoquer le démarrage d'un moteur et à l'amener à sa vitesse normale, ainsi qu'à assurer la protection du moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

La présente norme s'applique également aux démarreurs-inverseurs.

1.1.2.2 Démarreurs sous tension réduite pour courant alternatif

Démarreurs sous tension réduite, pour courant alternatif, destinés à provoquer le démarrage d'un moteur et à l'amener à sa vitesse normale de rotation en reliant les bornes du moteur à la tension du réseau en plus d'une étape ou en augmentant progressivement la tension appliquée aux bornes, et à assurer la protection du moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

Des dispositifs de commutation automatique peuvent être utilisés pour commander les manœuvres successives de passage d'une étape aux suivantes. Ces dispositifs de commutation automatique sont, par exemple, des contacteurs auxiliaires temporisés ou des relais de tout-ou-rien à retard spécifié, des dispositifs à minimum de courant et des dispositifs de commande automatique d'accélération (voir 5.10).

1.1.2.2.1 Démarreurs étoile-triangle

Démarreurs étoile-triangle destinés à provoquer le démarrage, dans la position étoile, d'un moteur triphasé, à assurer un fonctionnement continu en position triangle, ainsi qu'à assurer la protection du moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service, et à séparer le moteur de son alimentation.

Les démarreurs étoile-triangle qui font l'objet de la présente norme ne sont pas prévus pour l'inversion rapide du sens de rotation des moteurs et, en conséquence, la catégorie d'emploi AC-4 ne leur est pas applicable.

NOTE Dans la position en étoile, le courant de démarrage en ligne et le couple du moteur sont égaux environ au tiers des valeurs correspondantes dans la position en triangle. C'est pourquoi on utilise des démarreurs étoile-triangle quand on désire limiter le courant d'appel dû au démarrage ou quand la machine entraînée exige un couple limité pour démarrer. La Figure 1 montre des courbes représentatives du courant de démarrage, du couple de démarrage du moteur et du couple de la machine commandée.

1.1.2.2.2 Démarreurs par autotransformateur à deux étapes

Démarreurs par autotransformateur à deux étapes, destinés à provoquer le démarrage d'un moteur à induction alimenté en courant alternatif, à partir de la position de repos, avec un couple réduit, et à l'amener à sa vitesse normale de rotation, ainsi qu'à assurer la protection de ce moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

La présente norme s'applique aux autotransformateurs qui font partie du démarreur ou qui forment un ensemble spécialement conçu pour être utilisé avec le démarreur.

Les démarreurs par autotransformateur à plus de deux étapes ne sont pas visés par la présente norme.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Les démarreurs par autotransformateur qui font l'objet de la présente norme ne sont pas prévus pour la marche par à-coups ni pour l'inversion rapide du sens de rotation des moteurs et, en conséquence, la catégorie d'emploi AC-4 ne leur est pas applicable.

NOTE En position de démarrage, le courant du circuit et le couple occasionné par le démarrage du moteur à la tension assignée sont réduits à peu près comme le carré du rapport (tension de démarrage): (tension assignée). En conséquence, les démarreurs par autotransformateur sont utilisés lorsque le courant d'appel provoqué par le démarrage est limité ou lorsque la machine commandée demande un couple de démarrage réduit. La Figure 2 montre des courbes représentatives du courant de démarrage, du couple de démarrage du moteur et du couple de la machine commandée.

1.1.2.3 Démarreurs rotoriques à résistances

Démarreurs destinés à provoquer le démarrage d'un moteur à induction à courant alternatif à rotor bobiné, par élimination de résistances préalablement insérées dans le circuit du rotor. Ces démarreurs sont aussi destinés à assurer la protection du moteur contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

~~Dans le cas de moteurs asynchrones à bagues (rotors bobinés), la tension la plus élevée apparaissant entre les bagues en circuit ouvert n'est pas être supérieure au double de la tension assignée d'isolement des appareils de connexion insérés dans le circuit du rotor (voir 5.3.1.1.2).~~

~~NOTE Cette exigence est basée sur le fait que les contraintes électriques sont moins sévères dans le rotor que dans le stator et sont de courte durée.~~

La présente norme s'applique également aux démarreurs à deux sens de rotation lorsque la permutation des connexions s'effectue à l'arrêt (voir 5.3.5.5). Les manœuvres comprenant la marche par à-coups et l'inversion de marche nécessitent des exigences supplémentaires et font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

La présente norme s'applique aux résistances qui font partie du démarreur ou qui forment un ensemble spécialement conçu pour être associé au démarreur.

1.2 Exclusions

La présente norme ne s'applique pas:

– aux démarreurs pour courant continu;

– aux démarreurs étoile-triangle, aux démarreurs rotoriques à résistances, aux démarreurs par autotransformateur à deux étapes prévus pour des applications spéciales et conçus pour un fonctionnement continu en position de démarrage;

– aux démarreurs rotoriques à résistances asymétriques, c'est-à-dire 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 du type «liquide-vapeur»;

– aux contacteurs à semi-conducteurs et aux démarreurs 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;

– aux contacts auxiliaires des contacteurs et aux contacts des contacteurs auxiliaires. Ceux-ci sont traités dans la CEI 60947-5-1.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

1.3 Objet

La présente norme a pour objet de fixer:

a) les caractéristiques des contacteurs et des démarreurs ainsi que des matériels associés;
b) les conditions applicables aux contacteurs et aux démarreurs relativement:
   1) à leur fonctionnement et à leur tenue,
   2) à leurs qualités diélectriques,
   3) aux degrés de protection procurés par leurs enveloppes, le cas échéant,
   4) à leur construction;
c) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont réalisées, ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais;
d) les renseignements à fournir avec les matériels ou dans la documentation du fabricant.

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 60034-1:2004, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60085:2007, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

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

CEI 60410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

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

CEI 60947-2:2006, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

CEI 60947-3:2008, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

CEI 60947-5-1:2003, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

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

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

CEI 61000-4-4:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

CEI 61000-4-5:2005*, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

CEI 61051-2:1991, *Varistances utilisées dans les équipements électroniques – Deuxième partie: spécification intermédiaire pour varistances pour limitations de surtensions transitoires*

CEI 61439-1:2009, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

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

CEI 61511 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle – Systèmes instrumentés de sécurité pour le secteur des industries de transformation*

CEI 61513:2001, *Centrales nucléaires – Instrumentation et contrôle commande des systèmes importants pour la sûreté – Prescriptions générales pour les systèmes*

CEI 61649:2008, *Analyse de Weibull*

CEI 61810-1:2008, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General requirements* (disponible en anglais seulement)

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

CISPR 11:2003, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*
Amendement 1 (2004)
Amendement 2, (2006)

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

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

3.1 Généralités

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'Article 2 de la CEI 60947-1 ainsi que les termes, définitions, symboles et abréviations suivants s'appliquent.

3.2 Index alphabétique des termes

Référence

A

appareil de connexion protégé 3.4.26

B

bobine d'électro-aimant alimentée électroniquement 3.3.8

C

combiné d'appareils de connexion 3.4.27
contact miroir F.2.1
contacteur (mécanique) 3.3.1
contacteur (ou démarreur) sous vide 3.3.6
contacteur à accrochage 3.3.5
contacteur électromagnétique 3.3.2
contacteur électropneumatique 3.3.4
contacteur pneumatique 3.3.3
~~courant d'inhibition (I_{ic}) ..... H.2.7~~

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

D

démarreur à deux étapes 3.4.15
démarreur à deux sens de marche 3.4.4
démarreur à main 3.4.9
démarreur à n étape 3.4.16
démarreur à résistances 3.4.6
démarreur à une étape 3.4.14
démarreur actionné par un moteur 3.4.11
démarreur combiné 3.4.8
démarreur direct 3.4.2
démarreur électromagnétique 3.4.10
démarreur électropneumatique 3.4.13
démarreur étoile-triangle 3.4.5.1
démarreur par autotransformateur 3.4.5.2
démarreur pneumatique 3.4.12
démarreur protégé 3.4.7
démarreur rotorique à résistances 3.4.6.2
démarreur sous tension réduite 3.4.5
démarreur statorique à résistances 3.4.6.1
démarreur 3.4.1
démarreur-inverseur 3.4.3
durée de démarrage (d'un démarreur à résistances) 3.4.20
durée de démarrage (d'un démarreur par autotransformateur) 3.4.21

F

fonctionnement CO 3.5.2
fonctionnement O 3.5.3

I

inversion de marche 3.4.25

M

marche par à-coups 3.4.24

P

passage avec coupure du moteur (avec un démarreur étoile-triangle ou par autotransformateur) 3.4.22
passage sans coupure du moteur (avec un démarreur étoile-triangle ou par autotransformateur) 3.4.23
position de repos (d'un contacteur) 3.3.7
puissance d'appel 3.3.10
puissance de maintien 3.3.9

R

~~relais électronique de surcharge à maximum de tension ..... H.2.5~~
~~relais électronique de surcharge avec détection de déséquilibre de courant ou de tension ..... H.2.2~~
~~relais électronique de surcharge avec fonction à minimum de puissance ..... H.2.6~~
~~relais électronique de surcharge avec fonction d'inversion de phase ..... H.2.4~~
~~relais électronique de surcharge avec fonction de défaut à la terre ..... H.2.1~~
relais électronique de surcharge sensible au blocage 3.4.29
relais électronique de surcharge sensible au calage 3.4.28
relais ou déclencheur à minimum de courant 3.4.18
relais ou déclencheur à minimum de tension 3.4.19
relais ou déclencheur thermique de surcharge sensible à une perte de phase 3.4.17

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

S

système de gestion de moteurs 3.4.31

T

temps d'inhibition 3.4.30
tension transitoire de rétablissement (abréviation: TRV) 3.5.1

3.3 Termes et définitions relatifs aux contacteurs

3.3.1
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 1 Les contacteurs peuvent être désignés suivant la façon dont est fourni l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux.

[VEI 441-14-33]

NOTE 2 L'expression «commandé autrement qu'à la main» signifie que l'appareil est destiné à être commandé et maintenu en position de fonctionnement à partir d'une ou plusieurs sources d'énergie extérieures.

NOTE 3 Un contacteur dont les contacts principaux sont fermés dans la position de repos est généralement appelé en français «rupteur». Le mot «rupteur» n'a pas d'équivalent dans la langue anglaise.

NOTE 4 Un contacteur est généralement prévu pour fonctionner fréquemment.

3.3.2
contacteur électromagnétique
contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux normalement ouverts ou à l'ouverture des contacts principaux normalement fermés est fourni par un électro-aimant

NOTE L'électro-aimant peut être commandé électroniquement.

3.3.3
contacteur pneumatique
contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux normalement ouverts ou à l'ouverture des contacts principaux normalement fermés est fourni par un dispositif utilisant de l'air comprimé sans utilisation de moyens électriques

3.3.4
contacteur électropneumatique
contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux normalement ouverts ou à l'ouverture des contacts principaux normalement fermés est fourni par un dispositif utilisant de l'air comprimé, la commande s'effectuant au moyen d'électrovalves

3.3.5
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 1 L'accrochage et le déclencheur d'accrochage peuvent être mécaniques, électromagnétiques, pneumatiques, etc.

NOTE 2 Du fait de son accrochage, le contacteur à accrochage possède en fait une seconde position de repos et, d'après la définition du contacteur, n'est pas à proprement parler un contacteur. Cependant, étant donné que le contacteur à accrochage, tant par son utilisation que par sa conception, se rapproche davantage d'un contacteur en général que de toute autre sorte d'appareil de connexion, on admet qu'il réponde aux spécifications des contacteurs dans la mesure du possible.

[VEI 441-14-34]

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.3.6
contacteur (ou démarreur) sous vide
contacteur (ou démarreur) dont les contacts principaux s'ouvrent et se ferment à l'intérieur d'une enveloppe à basse pression

3.3.7
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

[VEI 441-16-24]

3.3.8
bobine d'électro-aimant ~~alimentée~~ commandée électroniquement
électro-aimant dont la bobine est ~~alimentée~~ commandée par un circuit comprenant des éléments électroniques actifs

3.3.9
puissance de maintien (d'un contacteur)
puissance nécessaire pour maintenir le fonctionnement de l'électro-aimant

3.3.10
puissance d'appel (d'un contacteur)
puissance nécessaire pour faire passer le contacteur de l'état non alimenté à l'état alimenté

3.4 Termes et définitions relatives aux démarreurs

3.4.1
démarreur
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

[VEI 441-14-38, modifié]

3.4.2
démarreur direct
démarreur qui applique la tension d'alimentation sur les bornes du moteur en une seule manœuvre

[VEI 441-14-40]

3.4.3
démarreur-inverseur
démarreur destiné à provoquer l'inversion du sens de rotation d'un moteur par inversion des connexions d'alimentation du moteur, celui-ci pouvant être en fonctionnement

3.4.4
démarreur à deux sens de marche
démarreur destiné à ne provoquer l'inversion du sens de rotation d'un moteur par inversion des connexions d'alimentation uniquement lorsque celui-ci ne tourne pas

3.4.5
démarreur sous tension réduite
démarreur qui applique la tension d'alimentation aux bornes du moteur en plus d'une étape ou par élévation graduelle de la tension aux bornes

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.4.5.1
démarreur étoile-triangle
démarreur pour un moteur à induction triphasé tel que les enroulements du stator soient connectés en étoile en position de démarrage et en triangle en position de marche

[VEI 441-14-44]

3.4.5.2
démarreur par autotransformateur
démarreur pour moteur à induction qui utilise pour le démarrage une ou plusieurs tensions réduites prélevées sur un autotransformateur

[VEI 441-14-45]

NOTE Un autotransformateur est défini comme suit au 3.1.2 de la CEI 60076-1: «transformateur dont au moins deux enroulements ont une partie commune.»

3.4.6
démarreur à résistances
démarreur utilisant une ou plusieurs résistances pour obtenir, au cours du démarrage, des caractéristiques données de couple de démarrage et pour limiter le courant

[VEI 441-14-42]

NOTE Un démarreur à résistances est généralement composé de trois parties principales qui peuvent soit être fournies dans le même ensemble, soit être fournies séparément pour être raccordées entre elles 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 stator ou du rotor;
– les appareils mécaniques de connexion pour l'élimination successive de la ou des résistances.

3.4.6.1
démarreur statorique à résistances
démarreur à résistances pour moteur à cage d'écureuil qui, au cours de la période de démarrage, élimine successivement une ou plusieurs résistances préalablement insérées dans le circuit du stator

3.4.6.2
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

[VEI 441-14-43]

3.4.7
démarreur protégé
matériel comprenant un démarreur, un appareil de connexion à commande manuelle et un dispositif de protection contre les courts-circuits, caractérisé comme une unité par le fabricant

NOTE 1 Le démarreur protégé peut ou non être sous enveloppe.

NOTE 2 Dans le contexte de la présente norme, le terme «fabricant» signifie toute personne, entreprise ou organisation ayant la responsabilité ultime:

– de vérifier la conformité avec la norme appropriée;
– de fournir l'information sur le matériel selon l'Article 6.

NOTE 3 L'appareil de connexion à commande manuelle et le dispositif de protection contre les courts-circuits peuvent être seulement un appareil et peuvent également incorporer la protection contre les surcharges du démarreur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.4.8
combiné de démarrage (voir Figure 3)
matériel comprenant un démarreur protégé incorporant une fonction de sectionnement

NOTE Également appelé «combiné contrôleur de moteur».

3.4.9
démarreur à main
démarreur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux est fourni exclusivement par une énergie manuelle

[VEI 441-14-39]

3.4.10
démarreur électromagnétique
démarreur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux est fourni par un électro-aimant

3.4.11
démarreur actionné par un moteur
démarreur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux est fourni par un moteur électrique

3.4.12
démarreur pneumatique
démarreur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux est fourni par de l'air comprimé, sans utilisation de moyens électriques

3.4.13
démarreur électropneumatique
démarreur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux est fourni par de l'air comprimé, la commande s'effectuant au moyen d'électrovalves

3.4.14
démarreur à une étape
démarreur pour lequel il n'existe pas de position intermédiaire d'accélération entre la position ARRET et la position MARCHE

NOTE Ce démarreur est un démarreur direct.

3.4.15
démarreur à deux étapes
démarreur dans lequel il n'existe qu'une seule position intermédiaire d'accélération entre la position ARRET et la position MARCHE

EXEMPLE Un démarreur étoile-triangle est un démarreur à deux étapes.

3.4.16
démarreur à *n* étapes (voir Figure 4)
démarreur dans lequel il y a (*n*-1) positions intermédiaires d'accélération entre la position ARRÊT et la position MARCHE.

[VEI 441-14-41]

EXEMPLE Un démarreur à résistances à trois étapes possède deux sections de résistances utilisées pour le démarrage.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.4.17
relais ou déclencheur thermique de surcharge sensible à une perte de phase
relais ou déclencheur thermique multipolaire de surcharge qui fonctionne en cas de surcharge et aussi dans le cas d'une perte de phase selon des exigences spécifiées

3.4.18
relais ou déclencheur à minimum de courant
relais de mesure ou déclencheur qui fonctionne automatiquement lorsque le courant qui le traverse devient inférieur à une valeur prédéterminée

3.4.19
relais ou déclencheur à minimum de tension
relais de mesure ou déclencheur qui fonctionne automatiquement lorsque la tension qui lui est appliquée devient inférieure à une valeur prédéterminée

3.4.20
durée de démarrage (d'un démarreur à résistances)
période de temps pendant laquelle les résistances de démarrage ou une partie d'entre elles sont parcourues par du courant

NOTE La durée de démarrage d'un démarreur est plus courte que la durée totale de démarrage du moteur qui tient compte aussi de la dernière période d'accélération suivant la manœuvre de passage en position MARCHE.

3.4.21
durée de démarrage (d'un démarreur par autotransformateur)
période de temps pendant laquelle l'autotransformateur est parcouru par du courant

NOTE La durée de démarrage d'un démarreur est plus courte que la durée totale de démarrage du moteur qui tient compte aussi de la dernière période d'accélération suivant la manœuvre de passage en position MARCHE.

3.4.22
passage avec coupure du moteur (avec un démarreur étoile-triangle ou par autotransformateur)
disposition de circuits telle que le courant dans le moteur est interrompu et rétabli lors du passage d'une étape à une autre

NOTE L'état de passage n'est pas considéré comme une étape supplémentaire.

3.4.23
passage sans coupure du moteur (avec un démarreur étoile-triangle ou par autotransformateur)
disposition de circuits telle que le courant dans le moteur n'est pas interrompu (même momentanément) lors du passage d'une étape à une autre

NOTE L'état de passage n'est pas considéré comme une étape supplémentaire.

3.4.24
marche par à-coups
mise sous tension répétitive, durant de courts intervalles de temps, d'un moteur ou d'un solénoïde, afin de provoquer des mouvements de faible amplitude du mécanisme commandé

3.4.25
inversion de marche
arrêt ou inversion rapide du sens de rotation d'un moteur par permutation des connexions d'alimentation du moteur pendant que celui-ci tourne

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.4.26
appareil de connexion protégé
matériel (pour charges autres que des moteurs) comprenant un contacteur ou un gradateur à semiconducteurs, une protection contre les surcharges, un appareil de connexion à commande manuelle et un dispositif de protection contre les courts-circuits, caractérisé comme une unité par le constructeur

NOTE 1 L'appareil de connexion protégé peut ou non être sous enveloppe.

NOTE 2 Dans le contexte de la présente norme, le terme «fabricant» signifie toute personne, entreprise ou organisation ayant la responsabilité ultime:

– de vérifier la conformité avec la norme appropriée;

– de fournir l'information sur le matériel selon l'Article 6.

NOTE 3 L'appareil de connexion à commande manuelle et le dispositif de protection contre les courts-circuits peuvent être seulement un appareil et peuvent également incorporer la protection contre les surcharges.

3.4.27
combiné d'appareils de connexion
matériel comprenant un appareil de connexion protégé incorporant une fonction de sectionnement

3.4.28
relais (électronique de surcharge) sensible au calage
relais électronique de surcharge qui fonctionne lorsque le courant n'a pas diminué en dessous d'une valeur prédéterminée pendant une période de temps spécifique durant le démarrage ou lorsque le relais reçoit une information lui indiquant qu'il n'y a pas rotation du moteur après un temps prédéterminé, conformément aux exigences spécifiées

NOTE 1 Explication de calage: rotor bloqué pendant le démarrage.

NOTE 2 Avec le réglage approprié des valeurs de courant et de durée de démarrage, un tel relais peut être utilisé pour détecter les durées excessives de démarrage.

3.4.29
relais (électronique de surcharge) sensible au blocage
relais électronique de surcharge qui fonctionne dans le cas d'une surcharge et aussi lorsque le courant a augmenté au-dessus d'une valeur prédéterminée pendant une période de temps spécifique durant le fonctionnement, conformément aux exigences spécifiées

NOTE Explication de blocage: surcharge élevée survenant après achèvement du démarrage qui provoque une augmentation du courant atteignant la valeur correspondant au rotor bloqué du moteur commandé.

3.4.30
temps d'inhibition
temporisation pendant laquelle la fonction de déclenchement du relais est inhibée (peut être réglable)

3.4.31
système de gestion de moteurs
démarreur incluant des fonctions étendues avec possibilité de communication

NOTE Des profils d'appareils interopérables pour le système de gestion de moteurs sont définis dans la CEI 61915-2.

3.5 Termes et définitions concernant les grandeurs caractéristiques

3.5.1
tension transitoire de rétablissement
TRV
tension de rétablissement pendant la durée où elle présente un caractère transitoire appréciable

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE Pour un contacteur ou un démarreur sous vide, la tension de rétablissement la plus élevée peut apparaître sur un autre pôle que le premier pôle qui coupe.

[CEI 60947-1, 2.5.34, modifié]

3.5.2
fonctionnement CO
interruption du circuit par le DPCC résultant de la fermeture du circuit par le matériel en essai

3.5.3
fonctionnement O
interruption du circuit par le DPCC résultant de la fermeture du circuit par le matériel en essai qui est en position fermée

NOTE Le DPCC est normalement en position fermée avant de fermer le circuit; dans certains cas, le DPCC doit fermer le circuit (voir 9.3.4.2.2, point b).

3.6 Symboles et abréviations

NQA	Niveau de qualité acceptable
CEM	Compatibilité électromagnétique
DPCC	Dispositif de protection contre les courts-circuits
I_c	Courant établi et coupé (Tableau 7)
I_e	Courant assigné d'emploi (5.3.2.5)
I_{er}	Courant assigné rotorique d'emploi (5.3.2.7)
I_{es}	Courant assigné statorique d'emploi (5.3.2.6)
~~I_{ic}~~	~~Courant d'inhibition (H.2.7)~~
I_q	Courant maximum d'essai de court-circuit conditionnel
I_{th}	Courant thermique conventionnel à l'air libre (5.3.2.1)
I_{the}	Courant thermique conventionnel sous enveloppe (5.3.2.2)
I_{thr}	Courant thermique conventionnel rotorique (5.3.2.4)
I_{ths}	Courant thermique conventionnel statorique (5.3.2.3)
I_u	Courant assigné ininterrompu (5.3.2.8)
P_c	Puissance nominale de maintien d'un contacteur commandé par un courant continu
P_p	Puissance d'appel d'un contacteur commandé par un courant continu avec enroulements séparés d'appel et de maintien
« *r* »	Courant minimum d'essai de court-circuit
S_h	Puissance de maintien d'un contacteur commandé par un courant alternatif
S_p	Puissance d'appel d'un contacteur commandé par un courant alternatif
T_p	Temps de déclenchement (Tableau 2)
U_c	Tension assignée du circuit de commande (5.5)
U_d	Chute de tension d'un pôle de contacteur
U_e	Tension assignée d'emploi (5.3.1.1)
U_{er}	Tension assignée rotorique d'emploi (5.3.1.1.2)
U_{es}	Tension assignée statorique d'emploi (5.3.1.1.1)
U_i	Tension assignée d'isolement (5.3.1.2)
U_{imp}	Tension assignée de tenue aux chocs (5.3.1.3)
U_{ir}	Tension assignée rotorique d'isolement (5.3.1.2.2)
U_{is}	Tension assignée statorique d'isolement (5.3.1.2.1)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

U_r Tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu (Tableau 7)

U_s Tension assignée d'alimentation de commande (5.5)

Z Impédance de pôle d'un contacteur (5.3.7)

4 Classification

Le 5.2 donne toutes les données qui peuvent servir de critères de classification.

5 Caractéristiques des contacteurs et des démarreurs

5.1 Énumération des caractéristiques

Les caractéristiques d'un contacteur ou d'un démarreur doivent, chaque fois que cela est possible, être indiquées de la façon suivante:

– type du matériel (5.2);
– valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux (5.3);
– catégorie d'emploi (5.4);
– circuits de commande (5.5);
– circuits auxiliaires (5.6);
– types et caractéristiques des relais et des déclencheurs (5.7);
– coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (5.8);
– types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique de commutation et des dispositifs de commande automatique d'accélération (5.10);
– types et caractéristiques des autotransformateurs des démarreurs par autotransformateur à deux étapes (5.11);
– types et caractéristiques des résistances de démarrage pour démarreurs rotoriques à résistances (5.12).

5.2 Type du matériel

Il est nécessaire d'indiquer ce qui suit (voir aussi Article 6).

5.2.1 Nature du matériel

– contacteur;
– démarreur direct en courant alternatif;
– démarreur étoile-triangle;
– démarreur par autotransformateur à deux étapes;
– démarreur rotorique à résistances;
– combiné de démarrage ou démarreur protégé.

5.2.2 Nombre de pôles

5.2.3 Nature du courant (alternatif ou continu)

5.2.4 Milieu de coupure (air, huile, gaz, vide, etc.)

5.2.5 Conditions de fonctionnement du matériel

5.2.5.1 Méthode de fonctionnement

Par exemple: manuel, électromagnétique, commande par moteur, pneumatique, électro-pneumatique.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.2.5.2 Mode de commande

Par exemple:

– automatique (par auxiliaire automatique de commande ou commande séquentielle);
– non automatique (telle que commande manuelle ou par boutons-poussoirs);
– semi-automatique (c'est-à-dire en partie automatique, en partie non automatique).

5.2.5.3 Mode de commutation pour des types particuliers de démarreurs

La commutation pour les démarreurs étoile-triangle, les démarreurs rotoriques à résistances ou les démarreurs par autotransformateur peuvent être automatiques, non automatiques ou semi-automatiques (voir Figures 4 et 5).

5.2.5.4 Mode de connexion pour des types particuliers de démarreurs

Par exemple: démarreur avec coupure du moteur, démarreur sans coupure du moteur (voir Figure 5).

5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux

Les valeurs assignées relatives à un contacteur ou à un démarreur doivent être indiquées conformément aux Paragraphes 5.3.1 à 5.4, et 5.8 et 5.9, mais il peut ne pas être nécessaire de spécifier toutes les valeurs énumérées.

NOTE Les valeurs assignées relatives à un démarreur rotorique à résistances sont indiquées conformément à 5.3.1.2, 5.3.2.3, 5.3.2.4, 5.3.2.6, 5.3.2.7 et 5.3.5.5, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les valeurs énumérées.

5.3.1 Tensions assignées

Un contacteur ou un démarreur est défini par les tensions assignées suivantes.

5.3.1.1 Tension assignée d'emploi (U_e)

Le 4.3.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

5.3.1.1.1 Tension assignée statorique d'emploi (U_{es})

Une tension assignée statorique d'emploi d'un démarreur rotorique à résistances est une valeur de tension qui, combinée avec un courant assigné statorique d'emploi, détermine l'emploi du circuit statorique y compris ses appareils mécaniques de connexion et à laquelle se rapportent les pouvoirs de fermeture et de coupure, le type de service et les caractéristiques de démarrage. En aucun cas, la tension assignée statorique d'emploi maximale ne doit être supérieure à la tension assignée d'isolement correspondante.

NOTE La tension assignée statorique d'emploi s'exprime par la tension entre phases.

5.3.1.1.2 Tension assignée rotorique d'emploi (U_{er})

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, la valeur de la tension assignée rotorique d'emploi est celle de la tension qui, combinée avec un courant assigné rotorique d'emploi, détermine l'emploi du circuit rotorique y compris ses appareils mécaniques de connexion et à laquelle se rapportent les pouvoirs de fermeture et de coupure, le type de service et les caractéristiques de démarrage.

Cette tension est prise égale à la tension mesurée entre bagues, le moteur étant arrêté et le circuit du rotor étant ouvert, le stator étant alimenté à sa tension assignée.

La tension assignée d'isolement des appareils de connexion insérés dans le circuit du rotor doit être au moins égale à 50 % de la tension la plus élevée entre bagues ouvertes.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE Dans le rotor, les contraintes électriques sont plus petites et plus courtes que dans le stator.

La tension assignée rotorique d'emploi n'est appliquée que pendant un court laps de temps durant la période de démarrage. C'est pourquoi il est admis que la tension assignée rotorique d'emploi excède de 100 % la tension assignée rotorique d'isolement.

La tension maximale entre les différentes parties actives (par exemple les appareils de connexion, les résistances, les connexions, etc.) du circuit rotorique du démarreur peut avoir différentes valeurs et ce fait peut être pris en considération lors du choix du matériel et de sa disposition.

5.3.1.2 Tension assignée d'isolement (U_i)

Le 4.3.1.2 de la CEI 60947-1 est applicable

5.3.1.2.1 Tension assignée statorique d'isolement (U_{is})

La tension assignée statorique d'isolement d'un démarreur rotorique à résistances est la valeur de la tension qui est prévue pour les appareils placés dans l'alimentation du stator et l'ensemble dont ils font partie et à laquelle se rapportent les essais diélectriques et les lignes de fuite.

Sauf indication contraire, la tension assignée statorique d'isolement est la valeur de la tension assignée statorique d'emploi la plus élevée du démarreur.

5.3.1.2.2 Tension assignée rotorique d'isolement (U_{ir})

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, la tension assignée rotorique d'isolement est la valeur de la tension qui sert à désigner les appareils placés dans le circuit du rotor et l'ensemble dont ils font partie (conducteurs de liaison, résistances, enveloppe) et à laquelle se rapportent les essais diélectriques et les lignes de fuite.

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

Le 4.3.1.3 de la CEI 60947-1 est applicable

5.3.1.4 Tension assignée de démarrage d'un démarreur par autotransformateur

La tension assignée de démarrage d'un démarreur par autotransformateur est la tension réduite prélevée sur le transformateur.

Les valeurs préférentielles de la tension assignée de démarrage sont 50 %, 65 % ou 80 % de la tension assignée d'emploi.

5.3.2 Courants ou puissances

Un contacteur ou un démarreur est défini par les courants suivants.

NOTE Dans le cas d'un démarreur étoile-triangle, ces courants se rapportent à la position en triangle et, dans le cas d'un démarreur par autotransformateur à deux étapes ou d'un démarreur rotorique à résistances, à la position MARCHE.

5.3.2.1 Courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th})

Le 4.3.2.1 de la CEI 60947-1 est applicable

5.3.2.2 Courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{the})

Le 4.3.2.2 de la CEI 60947-1 est applicable

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when print

5.3.2.3 Courant thermique conventionnel statorique (I_{ths})

Le courant thermique conventionnel statorique d'un démarreur peut être soit un courant à l'air libre I_{ths}, soit un courant sous enveloppe I_{thes}, conformément à 5.3.2.1 et 5.3.2.2.

Pour un démarreur rotorique à résistances, le courant thermique conventionnel statorique est le courant maximal qu'il peut supporter en service de 8 h (voir 5.3.4.1) sans que l'échauffement de ses diverses parties dépasse les limites spécifiées en 8.2.2 quand l'appareil est essayé conformément à 9.3.3.3.

5.3.2.4 Courant thermique conventionnel rotorique (I_{thr})

Le courant thermique conventionnel rotorique d'un démarreur peut être soit un courant à l'air libre I_{thr}, soit un courant sous enveloppe I_{ther}, conformément à 5.3.2.1 et 5.3.2.2.

Le courant thermique rotorique d'un démarreur rotorique à résistances est le courant maximal que les éléments du démarreur parcourus par le courant rotorique en position MARCHE, c'est-à-dire après élimination des résistances, peuvent supporter en service de 8 h (voir 5.3.4.1) sans que l'échauffement de ces éléments dépasse les limites spécifiées en 8.2.2 quand l'appareil est essayé conformément à 9.3.3.3.

NOTE 1 Pour les éléments (appareils de connexion, conducteurs de liaison, résistances) qui ne sont parcourus par un courant pratiquement nul en position MARCHE, on vérifiera que, pour les services assignés (voir 5.3.4) indiqués par le constructeur, la valeur de l'intégrale

$$\int_0^t i^2 \, dt$$

ne conduit pas à des échauffements supérieurs à ceux prévus en 8.2.2.

NOTE 2 Lorsque les résistances sont incorporées au démarreur, il convient de tenir compte de l'échauffement.

5.3.2.5 Courants assignés d'emploi (I_e) ou puissances assignées d'emploi

Un courant assigné d'emploi d'un contacteur ou d'un démarreur est défini par le fabricant et tient compte de la tension assignée d'emploi (voir 5.3.1.1), du courant thermique conventionnel à l'air libre ou sous enveloppe, du courant assigné du relais de surcharge, de la fréquence assignée (voir 5.3.3), du service assigné (voir 5.3.4), de la catégorie d'emploi (voir 5.4) et du type d'enveloppe de protection, s'il y a lieu.

Dans le cas de matériels pour commande directe d'un seul moteur, l'indication d'un courant assigné d'emploi peut être remplacée ou complétée par celle de la puissance assignée maximale disponible, à la tension assignée d'emploi considérée, du moteur pour lequel le matériel est prévu. Le fabricant doit être en mesure de préciser le rapport qui est admis entre le courant et la puissance.

NOTE L'Annexe G donne des valeurs concernant la relation entre les courants assignés d'emploi et les puissances assignées d'emploi.

Pour les démarreurs, le courant assigné d'emploi (I_e) est le courant des démarreurs en position MARCHE.

5.3.2.6 Courant assigné statorique d'emploi (I_{es}) ou puissance assignée statorique d'emploi

Un courant assigné statorique d'emploi d'un démarreur rotorique à résistances est défini par le fabricant et tient compte du courant assigné du relais de surcharge installé dans ce démarreur, de la tension assignée statorique d'emploi (voir 5.3.1.1.1), du courant thermique conventionnel à l'air libre ou sous enveloppe, de la fréquence assignée (voir 5.3.3), du

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

service assigné (voir 5.3.4), des caractéristiques de démarrage (voir 5.3.5.5) et du type d'enveloppe de protection.

L'indication d'un courant assigné statorique d'emploi peut être remplacée par celle de la puissance assignée maximale disponible, à la tension assignée statorique d'emploi considérée, du moteur pour lequel les éléments statoriques du démarreur sont prévus. Le fabricant doit être en mesure de préciser la relation qui est admise entre la puissance du moteur et le courant statorique.

5.3.2.7 Courant assigné rotorique d'emploi (I_{er})

Un courant assigné rotorique d'emploi d'un démarreur rotorique à résistances est défini par le fabricant et tient compte de la tension assignée rotorique d'emploi (voir 5.3.1.1.2), du courant thermique conventionnel rotorique à l'air libre ou sous enveloppe, de la fréquence assignée (voir 5.3.3), du service assigné (voir 5.3.4), des caractéristiques de démarrage (voir 5.3.5.5) et du type d'enveloppe de protection.

Il est pris égal au courant qui parcourt les connexions au rotor quand ce dernier est court-circuité, que le moteur tourne à sa pleine charge et que le stator est alimenté à sa tension assignée et à sa fréquence assignée.

Quand le circuit rotorique d'un démarreur rotorique à résistances a des caractéristiques assignées distinctes, l'indication d'un courant assigné rotorique d'emploi peut être complétée par celle de la puissance assignée maximale disponible, pour des moteurs de la tension assignée rotorique d'emploi considérée, du moteur pour lequel cette partie du démarreur (appareils de connexion, conducteurs de liaison, relais, résistances) est prévue. Cette puissance varie en particulier avec le couple de démarrage prévu et tient compte en conséquence des caractéristiques de démarrage (voir 5.3.5.5).

5.3.2.8 Courant assigné ininterrompu (I_u)

Le 4.3.2.4 de la CEI 60947-1 est applicable

5.3.3 Fréquence assignée

Le 4.3.3 de la CEI 60947-1 est applicable

5.3.4 Services assignés

Le 4.3.4 de la CEI 60947-1 est applicable

5.3.4.1 Service de 8 h (service continu)

Le 4.3.4.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

Pour un démarreur étoile-triangle, un démarreur par autotransformateur à deux étapes ou un démarreur rotorique à résistances, le service continu est le service dans lequel le démarreur est dans la position MARCHE et les contacts principaux des appareils de connexion le constituant, qui sont fermés dans cette position, demeurent fermés, chacun d'eux étant parcouru par un courant constant pendant une durée assez longue pour que le démarreur atteigne l'équilibre thermique, cette durée ne dépassant pas 8 h sans interruption.

5.3.4.2 Service ininterrompu

Le 4.3.4.2 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

Pour un démarreur étoile-triangle, un démarreur par autotransformateur à deux étapes ou un démarreur rotorique à résistances, le service ininterrompu est le service dans lequel le démarreur est dans la position MARCHE et les contacts principaux des appareils de

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

connexion le constituant, qui sont fermés dans cette position, demeurent fermés sans interruption, chacun d'eux étant parcouru par un courant constant pendant des durées supérieures à 8 h (des semaines, des mois ou même des années).

5.3.4.3 Service intermittent périodique ou service intermittent

Le 4.3.4.3 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

Pour un démarreur sous tension réduite, le service intermittent est le service dans lequel le démarreur est dans la position MARCHE et les contacts principaux des appareils de connexion le constituant demeurent fermés pendant des durées ayant une relation définie par rapport aux durées pendant lesquelles ils ne sont parcourus par aucun courant, chacune de ces durées étant trop courte pour permettre au démarreur d'atteindre l'équilibre thermique.

Les classes préférentielles de service intermittent sont:

– pour les contacteurs: 1, 3, 12, 30, 120, 300 et 1 200 (cycles de manœuvres par heure);
– pour les démarreurs: 1, 3, 12 et 30 (cycles de manœuvres par heure).

Il est rappelé qu'un cycle de manœuvres est un cycle complet de fonctionnement comprenant une fermeture et une ouverture.

Pour les démarreurs, un cycle de manœuvres comprend le démarrage, le fonctionnement à pleine vitesse et la séparation du moteur de son alimentation.

NOTE Dans le cas de démarreurs pour service intermittent, la différence entre la constante de temps thermique du relais de surcharge et celle du moteur peut rendre un relais thermique mal adapté à la protection contre les surcharges. Il est recommandé, pour les installations prévues pour un service intermittent, que la question de la protection contre les surcharges fasse l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

5.3.4.4 Service temporaire

Le 4.3.4.4 de la CEI 60947-1 est applicable

5.3.4.5 Service périodique

Le 4.3.4.5 de la CEI 60947-1 est applicable

5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge

Le 4.3.5 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

5.3.5.1 Aptitude à supporter les courants de surcharge pour la commande des moteurs

Les exigences à satisfaire sont données en 8.2.4.4 pour les contacteurs.

5.3.5.2 Pouvoir assigné de fermeture

Les exigences concernant les différentes catégories d'emploi (voir 5.4) sont données en 8.2.4.1. Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ne sont valables que lorsque le contacteur ou le démarreur fonctionne suivant les exigences de 8.2.1.1 et 8.2.1.2.

5.3.5.3 Pouvoir assigné de coupure

Les exigences concernant les différentes catégories d'emploi (voir 5.4) sont données en 8.2.4.1. Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ne sont valables que lorsque le contacteur ou le démarreur fonctionne suivant les exigences de 8.2.1.1 et 8.2.1.2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.3.5.4 Fonctionnement conventionnel en service

Ce fonctionnement spécifié en 8.2.4.2 comme étant une série de manœuvres d'établissement et de coupure.

5.3.5.5 Caractéristiques de démarrage et d'arrêt des démarreurs (voir Figure 6)

Les conditions représentatives de service des démarreurs sont:

a) un sens de rotation avec coupure du moteur lancé en conditions de service normales (catégories d'emploi AC-2 et AC-3);

b) deux sens de rotation, mais la marche dans le deuxième sens n'est réalisée qu'après mise hors circuit du démarreur et obtention de l'arrêt complet du moteur (catégories d'emploi AC-2 et AC-3);

c) un sens de rotation ou deux sens de rotation comme dans l'alinéa b), mais avec la possibilité de marche par à-coups peu fréquente. On utilise habituellement, pour cette condition de service, des démarreurs directs (catégorie d'emploi AC-3);

d) un sens de rotation avec de fréquentes marches par à-coups. On utilise habituellement, pour cette condition de service, des démarreurs directs (catégorie d'emploi AC-4);

e) un ou deux sens de rotation, mais avec la possibilité d'inversions de marche peu fréquentes pour arrêter le moteur, l'inversion de marche étant accompagnée d'un freinage par résistance rotorique lorsque celle-ci existe (démarreur-inverseur avec freinage). On utilise habituellement 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'inversion des connexions d'alimentation du moteur pendant qu'il tourne dans le premier sens (marche par à-coups), afin d'assurer sa rotation dans l'autre sens, avec coupure du moteur lancé en conditions de service normales. On utilise habituellement, pour cette condition de service, un démarreur-inverseur direct (catégorie d'emploi AC-4).

Sauf indication contraire, les démarreurs sont conçus en fonction des caractéristiques de démarrage des moteurs compatibles avec les pouvoirs de fermeture du Tableau 7. Ces pouvoirs de fermeture couvrent à la fois les courants de démarrage transitoires et permanents de la grande majorité des moteurs normaux. Cependant, les courants de démarrage pour quelques gros moteurs peuvent atteindre des valeurs de crête correspondant à des facteurs de puissance beaucoup plus bas que ceux spécifiés pour le circuit d'essai du Tableau 7. Dans de tels cas, il convient de réduire le courant de fonctionnement du contacteur ou du démarreur pour qu'il atteigne une valeur plus basse que sa valeur assignée et telle que le pouvoir de fermeture du contacteur ou du démarreur ne soit pas dépassé.

5.3.5.5.1 Caractéristiques de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances

Une distinction doit être faite entre les courants et tensions dans les circuits du stator et du rotor des moteurs à bagues. Cependant, les modifications des valeurs du courant dans les circuits du stator et du rotor, causées par les différentes étapes du démarrage, sont presque proportionnelles dans les conditions normales de fonctionnement.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Les définitions qui suivent traitent surtout des caractéristiques du circuit du rotor:

U_{er} est la tension assignée rotorique d'emploi;

I_{er} est le courant assigné rotorique d'emploi;

Z_r est l'impédance caractéristique du rotor d'un moteur à induction à bagues à courant alternatif;

où

$$Z_r = \frac{U_{er}}{\sqrt{3} \times I_{er}};$$

I_1 est le courant dans le circuit du rotor immédiatement avant qu'une section des résistances soit court-circuitée;

I_2 est le courant dans le circuit du rotor immédiatement après qu'une section des résistances soit court-circuitée;

I_m = 1/2 (I_1 + I_2);

T_e est le couple assigné de fonctionnement du moteur;

t_s est la durée de démarrage;

k est la sévérité du démarrage = $\frac{I_m}{I_{er}}$.

Il est reconnu que, pour de nombreuses applications, les démarreurs rotoriques à résistances ont des exigences de démarrage très spécifiques qui peuvent se traduire non seulement par des nombres différents d'étapes de démarrage et différentes valeurs de I_1 et I_2, mais aussi par des valeurs de I_1 et I_2 qui peuvent être différentes pour les sections de résistances elles-mêmes. On n'a donc pas essayé d'établir des paramètres normaux, mais il est recommandé de tenir compte des facteurs suivants:

– deux à six étapes de démarrage conviennent à la plupart des applications suivant le couple, l'inertie de la charge et la sévérité de démarrage demandés;

– il convient que les sections de résistances aient, de préférence, des caractéristiques thermiques assignées tenant compte de la durée de démarrage, qui dépend du couple et de l'inertie de la charge.

5.3.5.5.2 Conditions normales d'établissement et de coupure correspondant aux caractéristiques de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances

Ces conditions sont données dans le Tableau 7 et sont relatives au démarrage à fort couple. (En ce qui concerne la désignation des appareils mécaniques de connexion, voir Figure 4.)

~~NOTE Les conditions relatives aux démarrages à plein couple et à demi-couple sont à l'étude.~~

Les conditions d'établissement et de coupure données dans le Tableau 7 pour la catégorie d'emploi AC-2 sont considérées comme conditions normales.

Le circuit du démarreur doit être conçu de façon à ouvrir tous les appareils de connexion des résistances du rotor avant ou à peu près en même temps que l'ouverture de l'appareil de connexion du stator. Sinon, l'appareil de connexion du stator doit répondre aux exigences de la catégorie d'emploi AC-3.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.3.5.5.3 Caractéristiques de démarrage des démarreurs par autotransformateur à deux étapes

Sauf indication contraire, la conception des démarreurs par autotransformateur et spécialement des autotransformateurs est basée sur l'hypothèse d'une durée de démarrage pour toutes les classes de service (voir 5.3.4) qui ne doit pas dépasser 15 s. Le nombre de cycles de démarrage par heure suppose des intervalles de temps égaux entre les démarrages; toutefois, dans le cas de deux cycles de manœuvres effectués très rapidement l'un après l'autre, on doit laisser le démarreur et l'autotransformateur revenir à la température de l'air ambiant avant d'effectuer un autre démarrage.

Lorsqu'une durée de démarrage supérieure à 15 s est exigée, cela doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

5.3.6 Courant assigné de court-circuit conditionnel

Le 4.3.6.4 de la CEI 60947-1 est applicable.

5.3.7 Impédance de pôle d'un contacteur (*Z*)

L'impédance de pôle peut être spécifiée par le fabricant et elle est déterminée en mesurant la chute de tension résultant du passage du courant à travers le pôle

5.4 Catégorie d'emploi

5.4.1 Généralités

Le 4.4 de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Pour les contacteurs et les démarreurs, les catégories d'emploi énumérées au Tableau 1 sont considérées comme normales. Tout autre type d'emploi doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur, mais les renseignements donnés dans le catalogue ou la soumission du fabricant peuvent constituer un tel accord.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants, des tensions, des facteurs de puissance ou des constantes de temps et des autres données des Tableaux 7 et 10 ainsi que par les conditions d'essai spécifiées dans la présente norme.

Pour les contacteurs ou les démarreurs définis par leur catégorie d'emploi, il est donc inutile de spécifier séparément les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure puisque ces valeurs dépendent directement de la catégorie d'emploi comme l'indique le Tableau 7.

Pour toutes les catégories d'emploi, la tension est la tension assignée d'emploi dans le cas d'un contacteur ou d'un démarreur autre qu'un démarreur rotorique à résistances, et la tension assignée statorique d'emploi dans le cas d'un démarreur rotorique à résistances.

Tous les démarreurs directs appartiennent à une ou plusieurs des catégories d'emploi AC-3, AC-4, AC-7b, AC-8a et AC-8b.

Tous les démarreurs étoile-triangle et tous les démarreurs par autotransformateur à deux étapes appartiennent à la catégorie d'emploi AC-3.

Les démarreurs rotoriques à résistances appartiennent à la catégorie d'emploi AC-2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.4.2 Attribution des catégories d'emploi suivant les résultats d'essais

a) Un contacteur ou un démarreur qui a été essayé pour une catégorie d'emploi ou à toute autre combinaison de paramètres (tels que tension et courant d'emploi maximaux, etc.) peut se voir attribuer d'autres catégories d'emploi sans essai complémentaire à condition que les grandeurs d'essai, tensions, courants, facteurs de puissance ou constantes de temps, nombre de cycles de manœuvres, durées de passage du courant et de repos figurant aux Tableaux 7 et 10, et que le circuit d'essai pour les catégories d'emploi attribuées ne soient pas plus sévères que ceux auxquels le contacteur ou le démarreur a été essayé et que l'échauffement ait été vérifié à un courant au moins égal à la valeur maximale du courant assigné d'emploi en service continu.

   Par exemple, un contacteur essayé pour la catégorie d'emploi AC-4 peut se voir attribuer la catégorie d'emploi AC-3 à condition que I_e pour AC-3 ne soit pas supérieur à 1,2 I_e pour AC-4 à la même tension assignée d'emploi.

b) Les contacteurs de catégorie DC-3 ou DC-5 sont supposés pouvoir s'ouvrir et se fermer sur des charges autres que celles ayant servi pour les essais à condition que:

   – la tension et le courant ne dépassent par les valeurs spécifiées pour U_e et I_e;

   – l'énergie J emmagasinée dans la charge réelle soit inférieure ou égale à l'énergie J_c emmagasinée dans la charge avec laquelle ils ont été essayés.

Les valeurs de l'énergie emmagasinée dans le circuit d'essai sont les suivantes:

Catégorie d'emploi	Énergie emmagasinée J_c
DC-3	0,005 25 × U_e × I_e
DC-5	0,031 5 × U_e × I_e

Les valeurs des constantes 0,005 25 et 0,031 5 sont déduites de la formule:

$$J_c = 1/2\ LI^2$$

dans laquelle la constante de temps a été remplacée par:

$2{,}5 \times 10^{-3}$ s (DC-3) et:

15×10^{-3} s (DC-5)

et où U = 1,05 U_e, I = 4 I_e et L est l'inductance du circuit d'essai.

(Voir Tableau 7 de la présente norme.)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 1 – Catégories d'emploi

Nature du courant	Catégories d'emploi	Indication supplémentaire de catégorie	Applications caractéristiques
Courant alternatif	AC-1	Usage général	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances
	AC-2		Moteurs à bagues: démarrage, coupure
	AC-3		Moteurs à cage: démarrage, coupure des moteurs lancés [a]
	AC-4		Moteurs à cage: démarrage, inversion de marche, marche par à-coups
	AC-5a	Ballast	Commande de lampes à décharge
	AC-5b	Incandescence	Commande de lampes à incandescence
	AC-6a		Commande de transformateurs
	AC-6b		Commande de batteries de condensateurs
	AC-7a[c]		Charges faiblement inductives pour appareils domestiques et applications analogues
	AC-7b[c]		Moteurs pour applications domestiques
	AC-8a		Commande de moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération [b] avec réarmement manuel des déclencheurs de surcharge
	AC-8b		Commande de moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération [b] avec réarmement automatique des déclencheurs de surcharge
Courant continu	DC-1		Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances
	DC-3		Moteurs en dérivation: démarrage, inversion de marche, marche par à-coups
	DC-5		Coupure dynamique de moteurs pour courant continu Moteurs en série: démarrage, inversion de marche, marche par à-coups Coupure dynamique de moteurs pour courant continu
	DC-6	Incandescence	Commande de lampes à incandescence

a La catégorie AC-3 peut être utilisée pour des marches par à-coups ou des inversions de marche de manœuvres occasionnelles de durée limitée, telles que le montage d'une machine; le nombre de ces manœuvres pendant ces durées limitées ne dépasse pas normalement cinq manœuvres par minute ni plus de dix pour une durée de 10 min.

b Un moteur de compresseur hermétique de réfrigération est un appareil combiné comprenant un compresseur et un moteur, tous deux enfermés dans le même boîtier sans arbre ou joints d'arbre extérieurs, le moteur fonctionnant dans le réfrigérant.

c Pour AC-7a et AC-7b, voir la CEI 61095.

5.5 Circuits de commande

Le 4.5 de la CEI 60947-1:2007 s'applique. ~~de plus, pour un électro-aimant commandé électroniquement, le 4.5.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément qui suit.~~

~~La partie électronique peut faire partie intégrante ou être une partie séparée à condition qu'elle soit une fonction intrinsèque de l'appareil. Dans les deux cas, l'appareil doit être essayé avec cette partie électronique montée comme en usage normal.~~

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

~~Les caractéristiques des circuits électroniques de commande sont celles qui suivent:~~

- ~~la nature du courant;~~
- ~~la consommation d'énergie;~~
- ~~la fréquence assignée (ou à courant continu);~~
- ~~la tension assignée des circuits de commande, U_c (nature: courant alternatif/courant continu);~~
- ~~la tension assignée d'alimentation de commande, U_s (nature: courant alternatif/courant continu);~~
- ~~la nature des dispositifs externes du circuit de commande (contacts, capteurs, optocoupleurs, composants électroniques actifs, etc.).~~

~~L'Annexe E donne des exemples et des illustrations de différentes configurations de circuit.~~

~~NOTE Une distinction est faite entre la tension du circuit de commande U_c, qui est le signal de commande d'entrée, et la tension d'alimentation de commande U_s, qui est la tension à appliquer pour alimenter les bornes d'alimentation du circuit de commande du matériel, et qui peut être différente de U_c en raison de la présence d'appareils incorporés tels que transformateurs, redresseurs, résistances, circuits électroniques, etc.~~

5.6 Circuits auxiliaires

Le 4.6 de la CEI 60947-1 s'applique.

Les entrées et/ou sorties numériques contenues dans les contacteurs et les démarreurs de moteurs devant être compatibles avec les API doivent satisfaire aux exigences de l'Annexe S de la CEI 60947-1.

5.7 Caractéristiques des relais et des déclencheurs (relais de surcharge)

NOTE Dans le reste de la présente norme, on emploiera l'expression «relais de surcharge» pour désigner, suivant le cas, aussi bien un relais de surcharge qu'un déclencheur de surcharge.

5.7.1 Énumération des caractéristiques

Les caractéristiques des relais et des déclencheurs doivent être indiquées dans les termes suivants, s'il y a lieu:

– types du relais ou du déclencheur (voir 5.7.2);
– valeurs caractéristiques (voir 5.7.3);
– désignation et courant de réglage des relais de surcharge (voir 5.7.4);
– caractéristiques temps-courant des relais de surcharge (voir 5.7.5);
– influence de la température de l'air ambiant (voir 5.7.6).

5.7.2 Types du relais ou du déclencheur

a) Déclencheur à bobine en dérivation (déclencheur shunt).
b) Relais ou déclencheur d'ouverture à minimum de tension et à minimum de courant.
c) Relais de surcharge à fonctionnement différé dont le retard est:
   1) notablement indépendant de la charge préalable;
   2) dépendant de la charge préalable;
   3) dépendant de la charge préalable et également sensible à une perte de phase.
d) Relais ou déclencheur à maximum de courant à fonctionnement instantané (par exemple sensible au blocage).
e) Autres relais ou déclencheurs (par exemple relais de commande associé à des dispositifs de protection thermique du moteur).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

f) Relais ou déclencheur de calage.

5.7.3 Valeurs caractéristiques

a) Déclencheur shunt, relais ou déclencheur d'ouverture à minimum de tension (minimum de courant), à maximum de tension (maximum de courant à fonctionnement instantané), à déséquilibre de courant ou de tension et à inversion de phase:

- tension (ou courant) assigné(e);
- fréquence assignée;
- tension (courant) de fonctionnement;
- temps de fonctionnement (s'il y a lieu);
- temps d'inhibition (s'il y a lieu).

b) Relais de surcharge:

- désignation et courant de réglage (voir 5.7.4);
- fréquence assignée, si nécessaire (par exemple dans le cas d'un relais de surcharge alimenté par un transformateur de courant);
- caractéristiques temps-courant (ou domaine de caractéristiques), s'il y a lieu;
- classe de déclenchement selon la classification du Tableau 2, ou valeur de la durée maximale de déclenchement, exprimée en secondes, dans les conditions spécifiées en 8.2.1.5.1, Tableau 3, colonne D, lorsque cette durée dépasse 40 s;
- nature du relais: thermique, magnétique, électronique ou électronique sans mémoire thermique (les relais électroniques ne satisfaisant pas aux essais de vérification de mémoire thermique selon 8.2.1.5.1.2 doivent être marqués ~~Thm~~);
- nature du réarmement: manuel et/ou automatique; en cas de combinaison de réarmement manuel ou automatique, le réglage doit être indiqué;
- temps de déclenchement des relais de surcharge de classe 10A lorsque celle-ci est supérieure à 2 min à –5 °C ou inférieure (voir 8.2.1.5.1.1, point c).

c) Déclencheur avec relais de détection de courant résiduel:

- courant assigné;
- courant de fonctionnement;
- temps de fonctionnement ou caractéristique temps-courant selon le Tableau ~~H.1~~ T.1 de la CEI 60947-1:2007, Amendement 1;
- temps d'inhibition (s'il y a lieu);
- désignation du type (voir Annexe ~~H~~ T de la CEI 60947-1: 2007, Amendement 1).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 2 – Classes de déclenchement des relais de surcharge

Classe de déclenchement	Temps de déclenchement T_p dans les conditions spécifiées en 8.2.1.5.1, Tableau 3, colonne D [a] s	Temps de déclenchement T_p dans les conditions spécifiées en 8.2.1.5.1, Tableau 3, colonne D pour les tolérances plus étroites (bande de tolérance E) [a] s
2	–	$T_p \leq 2$
3	–	$2 < T_p \leq 3$
5	$0,5 < T_p \leq 5$	$3 < T_p \leq 5$
10A	$2 < T_p \leq 10$	–
10	$4 < T_p \leq 10$	$5 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$	$10 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$	$20 < T_p \leq 30$
40	–	$30 < T_p \leq 40$

[a] Le fabricant doit ajouter la lettre E aux classes de déclenchement pour indiquer la conformité à la bande E.

NOTE 1 Selon la nature du relais, les conditions de déclenchement sont données en 8.2.1.5.

NOTE 2 Dans le cas d'un démarreur rotorique à résistances, le relais de surcharge est placé d'habitude dans le circuit du stator. Il en résulte qu'il ne peut protéger efficacement le circuit du rotor et plus particulièrement les résistances (en général plus exposées que le rotor lui-même ou les appareils de connexion en cas de démarrage défectueux); la protection du circuit du rotor doit normalement faire l'objet d'un accord particulier entre le fabricant et l'utilisateur (voir notamment 8.2.1.1.3).

NOTE 3 Dans le cas d'un démarreur par autotransformateur à deux étapes, l'autotransformateur de démarrage est normalement conçu pour n'être utilisé que pendant la période de démarrage; en conséquence, il ne peut être efficacement protégé par le relais de surcharge en cas de démarrage défectueux. Il convient que la protection de l'autotransformateur fasse normalement l'objet d'un accord particulier entre le fabricant et l'utilisateur (voir 8.2.1.1.4).

NOTE 4 Les valeurs limites les plus faibles de T_p sont choisies pour tenir compte des caractéristiques de l'élément chauffant et des tolérances de fabrication.

5.7.4 Désignation et courants de réglage des relais de surcharge

Les relais de surcharge sont désignés par leur courant de réglage (ou les limites supérieure et inférieure du domaine du courant de réglage si celui-ci est réglable) et leur classe de déclenchement.

Le courant de réglage (ou le domaine des courants de réglage) doit être marqué sur les relais.

Cependant, si le courant de réglage dépend des conditions d'utilisation ou d'autres facteurs qui ne peuvent facilement être marqués sur le relais, le relais ou toute partie remplaçable de celui-ci (par exemple éléments chauffants, bobines de commande ou transformateurs de courant) doit porter un numéro ou un repère d'identification permettant d'obtenir les renseignements correspondants auprès du fabricant ou dans son catalogue ou, de préférence, à partir d'indications fournies avec le démarreur.

Pour les relais de surcharge fonctionnant à l'aide d'un transformateur de courant, les indications peuvent se rapporter soit au courant primaire du transformateur de courant qui les alimente, soit au courant de réglage des relais de surcharge. Dans l'un et l'autre cas, le rapport de transformation du transformateur de courant doit être indiqué.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.7.5 Caractéristiques temps-courant des relais de surcharge

Les caractéristiques temps-courant typiques doivent être données sous forme de courbes fournies par le fabricant. Ces courbes doivent indiquer comment le temps de déclenchement à partir de l'état froid (voir 5.7.6) varie en fonction du courant jusqu'à une valeur d'au moins huit fois le courant de pleine charge du moteur avec lequel on a l'intention d'utiliser le relais. Le fabricant doit être en mesure d'indiquer par des moyens appropriés les tolérances relatives à ces courbes ainsi que les sections des conducteurs utilisées pour établir ces courbes (voir 9.3.3.2.2, point c)).

NOTE Il est recommandé de porter le courant en abscisses et le temps en ordonnées, en utilisant des échelles logarithmiques. Il est recommandé de porter le courant en multiples du courant de réglage et le temps en secondes en utilisant les échelles normalisées décrites en 5.6.1 et Figure 1 de la CEI 60269-1 et dans les Figures 104, 504 et 505 de la CEI 60269-2.

5.7.6 Influence de la température de l'air ambiant

Les caractéristiques temps-courant (voir 5.7.5) correspondent à une valeur déterminée de la température de l'air ambiant et elles se rapportent à une absence de charge préalable du relais de surcharge (c'est-à-dire à un état initial froid). Cette valeur de température de l'air ambiant doit être clairement indiquée sur les courbes de temporisation; les valeurs préférentielles sont +20 °C ou +40 °C.

Les relais de surcharge doivent pouvoir fonctionner dans le domaine de températures de l'air ambiant comprises entre –5 °C et +40 °C; le fabricant doit être en mesure de spécifier l'effet des variations de la température de l'air ambiant sur les caractéristiques des relais de surcharge.

5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits

La coordination des contacteurs et des démarreurs est caractérisée par le type, les grandeurs assignées et les caractéristiques des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC) qui assurent une protection du contacteur et du démarreur contre les courants de court-circuit. Les exigences sont données en 8.2.5.1 et 8.2.5.2 de la présente norme et en 4.8 de la CEI 60947-1.

5.9 Vacant

5.10 Types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique de commutation et des dispositifs de commande automatique d'accélération

5.10.1 Types

a) Dispositifs chronométriques, par exemple contacteurs auxiliaires temporisés (voir la CEI 60947-5-1), applicables aux appareils pour circuits de commande ou relais de tout-ou-rien temporisés (voir la CEI 61810-1).

b) Dispositifs à minimum de courant (relais à minimum de courant).

c) Autres dispositifs pour la commande automatique d'accélération:

- dispositifs voltmétriques;
- dispositifs wattmétriques;
- dispositifs tachymétriques.

5.10.2 Caractéristiques

a) Les caractéristiques des dispositifs chronométriques sont:

- la temporisation assignée ou son domaine, si elle est réglable;
- pour les dispositifs chronométriques comportant une bobine, la tension assignée, si elle diffère de celle du démarreur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

b) Les caractéristiques des dispositifs à minimum de courant sont:

- le courant assigné (courant thermique et/ou courant assigné de courte durée admissible, suivant l'indication du fabricant);
- le courant de réglage ou son domaine, s'il est réglable.

c) Les caractéristiques des autres dispositifs doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

5.11 Types et caractéristiques des autotransformateurs des démarreurs par autotransformateur à deux étapes

Compte tenu des caractéristiques de démarrage (voir 5.3.5.5.3), les autotransformateurs de démarrage doivent être caractérisés par:

- la tension assignée de l'autotransformateur;
- le nombre de prises disponibles pour régler le couple et le courant de démarrage;
- la tension de démarrage, c'est-à-dire la tension aux bornes des prises, en pourcentage de la tension assignée de l'autotransformateur;
- le courant qu'ils peuvent supporter pendant une durée spécifiée;
- le service assigné (voir 5.3.4);
- le mode de refroidissement { par air; par huile.

Les autotransformateurs peuvent être:

- soit incorporés au démarreur, l'échauffement qui en résulte devant alors être pris en considération lors de la détermination des caractéristiques assignées du démarreur;
- soit livrés séparément, la nature et les dimensions des conducteurs de liaison devant alors être spécifiées par accord entre le constructeur du transformateur et le fabricant du démarreur.

5.12 Types et caractéristiques des résistances de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances

Compte tenu des caractéristiques de démarrage (voir 5.3.5.5.1), les résistances de démarrage doivent être caractérisées par:

- la tension assignée rotorique d'isolement (U_{ir});
- leur valeur ohmique;
- le courant thermique moyen, défini par la valeur du courant constant qu'elles peuvent supporter pendant un temps spécifié;
- le service assigné (voir 5.3.4);
- le mode de refroidissement { convection; air forcé; immersion dans l'huile.

Elles peuvent être:

- soit incorporées au démarreur, l'échauffement qui en résulte devant alors être limité pour ne pas causer de dommages aux autres organes du démarreur;
- soit livrées séparément, les natures et dimensions des conducteurs de liaison devant alors être spécifiées par accord entre le fabricant des résistances et le fabricant du démarreur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6 Informations sur le matériel

6.1 Nature des informations

Les informations suivantes doivent être données par le constructeur.

6.1.1 Identification

a) nom du fabricant ou sa marque de fabrique;

b) désignation du type ou numéro de série;

c) numéro de la présente norme si le fabricant déclare s'y conformer.

6.1.2 Caractéristiques, valeurs assignées fondamentales et utilisation

Caractéristiques:

d) tensions assignées d'emploi (voir 5.3.1.1);

aa) polarité des bornes, le cas échéant;

e) catégorie d'emploi et courants assignés d'emploi (ou puissances assignées), aux tensions assignées d'emploi du matériel (voir 5.3.2.5 et 5.4) ;

f) soit la valeur de la fréquence assignée 50/60 Hz soit le symbole ⎓, soit d'autres fréquences assignées par exemple 16 2/3 Hz, 400 Hz ;

g) service assigné avec indication de la classe de service intermittent, s'il y a lieu (voir 5.3.4) et la durée de repos comme spécifié dans la note de bas de tableau d) du Tableau 10, si nécessaire.

Valeurs associées:

h) pouvoirs assignés de fermeture et de coupure. Ces indications peuvent être remplacées, s'il y a lieu, par l'indication de la catégorie d'emploi (voir Tableau 7).

NOTE 1 On peut trouver d'autres informations telles que l'impédance des pôles, par exemple dans la documentation du produit.

Sécurité et installation:

i) tension assignée d'isolement (voir 5.3.1.2);

j) tension assignée de tenue aux chocs (voir 5.3.1.3);

k) code IP, dans le cas de matériel sous enveloppe (voir 8.1.11);

l) degré de pollution (voir Article 7);

m) – pour les contacteurs ou démarreurs: courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 5.3.6) et type de coordination (voir 8.2.5.1) ainsi que type, courant assigné et caractéristiques du DPCC associé;

– pour les combinés de démarrage, combinés d'appareils de connexion, démarreurs protégés ou appareils de connexion protégés: courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 5.3.6) et type de coordination (voir 8.2.5.1);

n) vacant.

Circuits de commande:

Les informations suivantes relatives aux circuits de commande doivent figurer soit sur la bobine, soit sur le matériel:

o) tension assignée des circuits de commande (U_c), nature du courant et fréquence assignée;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

~~NOTE 1 D'autres informations comme la puissance consommée pourraient être données par exemple dans la documentation du matériel.~~

NOTE 2 On peut trouver d'autres informations telles que la puissance de maintien ou d'appel, par exemple dans la documentation du produit.

p) si nécessaire, nature du courant, fréquence assignée et tension assignée d'alimentation de commande (U_S).

Dispositifs d'alimentation en air comprimé pour les démarreurs ou les contacteurs commandés par air comprimé:

q) pression assignée d'alimentation en air comprimé et limites de variation de cette pression, si elles sont différentes de celles spécifiées en 8.2.1.2.

Circuits auxiliaires:

r) caractéristiques assignées des circuits auxiliaires (voir 5.6).

Relais et déclencheurs de surcharge:

s1) caractéristiques selon 5.7.2, 5.7.5 et 5.7.6;

s2) caractéristiques selon 5.7.3 et 5.7.4.

Renseignements complémentaires pour certains types de contacteurs et de démarreurs:

Démarreurs rotoriques à résistances:

t) schéma des circuits;

u) sévérité du démarrage (voir 5.3.5.5.1);

v) durée de démarrage (voir 5.3.5.5.1).

Démarreurs par autotransformateur:

w) la ou les tensions assignées de démarrage, c'est-à-dire la ou les tensions aux bornes des prises.

NOTE ~~2~~ 3 L'expression peut en être donnée en pourcentage de la tension assignée d'emploi du démarreur.

Contacteurs et démarreurs sous vide:

x) altitude maximale admissible du site d'installation, si elle est inférieure à 2 000 m.

CEM:

y) environnement A ou B: voir 7.3.1 de la CEI 60947-1;

z) exigences spéciales, le cas échéant, par exemple conducteurs blindés ou torsadés.

NOTE ~~3~~ 4 Les conducteurs non blindés ou non torsadés sont considérés comme étant des conditions normales d'installation.

6.2 Marquage

Le 5.2 de la CEI 60947-1 est applicable aux contacteurs, aux démarreurs et aux relais de surcharge avec les compléments suivants.

Les indications des points d) à x) de 6.1.2 doivent figurer sur la plaque signalétique ou sur le matériel, ou sur les notices du fabricant.

Les indications des points c) de 6.1.1, aa), k) et s2) de 6.1.2 doivent être marquées sur le matériel; les caractéristiques temps-courant (ou plage de caractéristiques) peuvent-être fournies dans les publications du constructeur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Dans le cas d'électro-aimants commandés électroniquement, d'autres informations que celles données en o) et en p) de 6.1.2 peuvent aussi être nécessaires; voir aussi 5.5 et l'Annexe ~~E~~ U de la CEI 60947-1:2007, Amendement 1.

NOTE Aux USA et au Canada, sur de multiples matériels, l'indication supplémentaire de catégorie indiquée dans le Tableau 1 est marquée sur le produit.

6.3 Instructions de montage, de fonctionnement et d'entretien

Le 5.3 de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Le fabricant doit fournir des renseignements pour informer l'utilisateur des mesures à prendre sur le matériel dans l'éventualité d'un court-circuit et des mesures à prendre sur le matériel, le cas échéant, concernant la CEM.

Dans le cas des démarreurs protégés, le fabricant doit également fournir les instructions nécessaires pour le montage et le câblage.

Le fabricant d'un démarreur incorporant un relais de surcharge à réarmement automatique capable d'être connecté pour permettre un redémarrage automatique doit fournir, avec le démarreur, les renseignements nécessaires pour alerter l'utilisateur de la possibilité de redémarrage automatique.

7 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'Article 6 de la CEI 60947-1 s'applique avec l'ajout suivant.

Sauf spécification contraire du fabricant, un contacteur ou un démarreur est destiné à être utilisé dans les conditions d'environnement du degré de pollution 3, définies en 6.1.3.2 de la CEI 60947-1. Toutefois, d'autres degrés de pollution peuvent s'appliquer en fonction du micro-environnement.

8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

8.1 Exigences relatives à la construction

8.1.1 Généralités

Le 7.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.2 Matériaux

8.1.2.1 Exigences générales relatives aux matériaux

Le 7.1.2.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.2.2 Essai au fil incandescent

Le 7.1.2.2 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivant.

Lorsque les essais sur le matériel ou sur des parties issues du matériel sont utilisés, les pièces de matériau isolant nécessaires au maintien en position des parties conductrices doivent satisfaire à l'essai au fil incandescent de 8.2.1.1.1 de la CEI 60947-1 à une température d'essai de 850 °C.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.1.2.3 Essai fondé sur la catégorie d'inflammabilité

Le 7.1.2.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.3 Parties transportant le courant et leurs connexions

Le 7.1.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite

Le 7.1.4 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.5 Organe de commande

Le 7.1.5 de la CEI 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Des dispositifs peuvent être fournis pour bloquer la poignée de manœuvre de l'appareil de connexion à commande manuelle d'un combiné de démarrage.

8.1.5.1 Isolation

Le 7.1.5.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.5.2 Direction du mouvement

Le 7.1.5.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.5.3 Montage

Les organes de commande montés sur des panneaux démontables ou des portes doivent être conçus pour être dans la position convenable par rapport au mécanisme associé lors du remplacement du panneau ou de la fermeture de la porte.

8.1.6 Indication de la position des contacts

8.1.6.1 Dispositifs indicateurs

Le 7.1.6.1 de la CEI 60947-1 est applicable aux démarreurs à commande manuelle.

8.1.6.2 Indication par l'organe de commande

Le 7.1.6.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.7 Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement

Le 7.1.7 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.8 Bornes

Le 7.1.8 de la CEI 60947-1 est applicable, mais avec les exigences supplémentaires suivantes.

8.1.8.1 Identification et marquage des bornes

Le 7.1.8.4 de la CEI 60947-1 est applicable avec les exigences complémentaires de l'Annexe A.

8.1.9 Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre

Le 7.1.9 de la CEI 60947-1 est applicable.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.1.10 Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection

Le 7.1.10 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.1.11 Enveloppes pour le matériel

8.1.11.1 Conception

Le 7.1.11.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants.

Les résistances de démarrage montées à l'intérieur d'une enveloppe doivent être disposées ou protégées de telle manière que la chaleur dégagée ne cause aucun dommage aux autres appareils et matériaux situés dans l'enveloppe.

Dans le cas particulier des combinés de démarrage, le panneau ou la porte doit être verrouillé de façon à ne pas pouvoir être ouvert sans que l'appareil de connexion à commande manuelle soit en position d'ouverture.

Cependant, on peut prévoir l'ouverture de la porte ou du panneau à l'aide d'un outil, l'appareil de connexion à commande manuelle étant en position MARCHE.

8.1.11.2 Isolement

Le 7.1.11.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.12 Degrés de protection du matériel sous enveloppe

Le 7.1.12 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.13 Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques

Le 7.1.13 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2 Dispositions relatives au fonctionnement

8.2.1 Conditions de fonctionnement

8.2.1.1 Généralités

Le 7.2.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants.

8.2.1.1.1 Conditions générales A

Les démarreurs doivent être construits de façon à:

a) être à déclenchement libre;

b) être susceptibles d'ouvrir leurs contacts par les moyens prévus lorsqu'ils sont en fonctionnement et à tout instant durant la séquence de démarrage;

c) ne pas fonctionner à des séquences autres que leur séquence correcte de démarrage.

8.2.1.1.2 Conditions générales B

Les démarreurs utilisant des contacteurs ne doivent pas être déclenchés par les chocs causés par la manœuvre des contacteurs lorsqu'ils sont essayés conformément à 9.3.3.1, après que le démarreur a été parcouru par son courant assigné de pleine charge à la température ambiante de référence (c'est-à-dire +20 °C) et qu'il a atteint son équilibre thermique, au réglage minimal et au réglage maximal du relais de surcharge, si celui-ci est réglable.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.2.1.1.3 Conditions générales C

Pour les démarreurs à résistances, le relais de surcharge doit être relié au circuit du stator. Des dispositions spéciales peuvent être réalisées pour protéger les contacteurs et les résistances du circuit du rotor contre un échauffement excessif, sur demande de l'utilisateur.

8.2.1.1.4 Conditions générales D

Si les démarreurs sont utilisés dans des conditions telles qu'un échauffement excessif des résistances de démarrage ou des transformateurs présente un danger particulier, il est recommandé de prévoir un dispositif approprié pour mettre le démarreur hors tension avant qu'il atteigne une température dangereuse.

8.2.1.1.5 Conditions générales E

Les contacts mobiles des matériels multipolaires destinés à assurer simultanément l'établissement et la coupure doivent être accouplés de manière telle que tous les pôles soient fermés ou coupés pratiquement en même temps, que la manœuvre soit manuelle ou automatique.

8.2.1.2 Limites de fonctionnement des contacteurs et des démarreurs à manœuvre par source d'énergie extérieure

8.2.1.2.1 Contacteurs et démarreurs électromagnétiques

~~Qu'ils soient utilisés séparément ou avec des démarreurs, les contacteurs électromagnétiques doivent se fermer de manière satisfaisante pour toute valeur de la tension assignée d'alimentation de commande U_s comprise entre 85 % et 110 % de la valeur assignée de celle-ci. Lorsqu'une gamme de tensions est indiquée, la valeur de 85 % doit s'appliquer à la valeur inférieure de cette gamme et la valeur de 110 % s'applique à la valeur supérieure.~~

~~Les limites entre lesquelles les contacteurs doivent relâcher leurs contacts et s'ouvrir complètement sont de 75 % à 20 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_s pour le courant alternatif et de 75 % à 10 % de celle-ci pour le courant continu. Lorsqu'une gamme de tensions est indiquée, les valeurs de 20 % ou de 10 %, selon le cas, s'appliquent à la valeur supérieure de cette gamme et la valeur de 75 % à la valeur inférieure.~~

~~Les valeurs limites pour la fermeture sont valables après que les bobines ont atteint une température stable correspondant à l'application indéfinie de 100 % U_s à une température ambiante équivalente à la température ambiante déclarée par le fabricant mais non inférieure à +40 °C.~~

~~Les valeurs limites pour la retombée sont valables lorsque la résistance du circuit de la bobine est égale à celle obtenue à –5 °C. Cela peut être vérifié par calcul en se servant des valeurs obtenues à la température normale de l'air ambiant.~~

~~Ces limites sont valables en courant continu et en courant alternatif à la fréquence indiquée.~~

~~8.2.1.2.2 Contacteurs et démarreurs avec électro-aimant commandé électroniquement~~

~~Le 8.2.1.2.1 est applicable avec la modification suivante.~~

~~Remplacer le deuxième alinéa par ce qui suit:~~

~~Les limites entre lesquelles les contacteurs avec électro-aimant commandé électroniquement doivent relâcher leurs contacts et s'ouvrir complètement sont~~

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

- pour le courant continu: 75 % à 10 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_S;
- pour le courant alternatif: 75 % à 20 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_S;
- pour le courant alternatif: 75 % à 10 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_S si cela est spécifié par le fabricant,
- pour le courant alternatif, lorsque le fabricant spécifie des limites comprises entre 75 % et 10 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_S, le contacteur doit, de plus, être soumis à l'essai de retombée sur ligne capacitive de 8.2.1.2.4.

Lorsqu'une gamme de tensions est indiquée, les valeurs de 20 % ou de 10 %, selon le cas, s'appliquent à la valeur supérieure de cette gamme et la valeur de 75 % à la valeur inférieure.

8.2.1.2.3 Contacteurs et démarreurs électropneumatiques

La fermeture des contacteurs électropneumatiques et pneumatiques doit être assurée de façon satisfaisante pour toute valeur de la pression d'alimentation comprise entre 85 % et 110 % de la valeur assignée, et leur ouverture pour toute valeur de pression comprise entre 75 % et 10 % de la valeur assignée.

8.2.1.2.4 Essai de retombée sur ligne capacitive

Un condensateur C doit être inséré en série dans le circuit d'alimentation U_S, la longueur totale des conducteurs de raccordement étant inférieure ou égale à 3 m. Le condensateur est court-circuité par un interrupteur d'impédance négligeable. La tension d'alimentation doit alors être réglée à 110 % U_S.

Il doit être vérifié que le contacteur retombe lorsque l'interrupteur est placé en position ouverte.

La valeur du condensateur doit être

$$C\ (\text{nF}) = 30 + 200\,000 / (f \times U_S)$$

par exemple, pour une bobine de tension assignée 12...24 V – 50 Hz, la valeur du condensateur est 196 nF (le calcul est fait avec U_S max., voir Note 1).

NOTE 1 La tension d'essai est la valeur la plus élevée de la gamme de tensions assignées d'alimentation déclarée U_S.

NOTE 2 La valeur du condensateur simule un câblage de commande type correspondant à un câble d'une longueur de 100 m et de 1,5 mm^2 de section (0,3 nF/m c'est à dire 30 nF pour 100 m) raccordé à une sortie statique ayant un courant de fuite de 1,3 mA (200 000 dans la formule ≈ 10 E+9 *1,3 E-3/2*π).

NOTE 3 Il convient que le temps de retombée soit spécifié pour les utilisations particulières, par exemple coupure d'urgence.

Le 7.2.1.2 de la CEI 60947-1:2007 s'applique avec les compléments suivants:

Pour les contacteurs à accrochage, les appareils doivent relâcher leurs contacts et s'ouvrir complètement lorsqu'une tension de décrochage comprise entre 85 % et 110 % de la tension de décrochage assignée est appliquée.

8.2.1.3 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à minimum de tension

Le 7.2.1.3 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant: les essais sont spécifiés au 9.3.3.2.2 de la présente norme.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.2.1.4 Limites de fonctionnement des déclencheurs shunts

Le 7.2.1.4 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant: les essais sont spécifiés au 9.3.3.2.2 de la présente norme.

8.2.1.5 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à manœuvre par variation de courant

8.2.1.5.1 Limites de fonctionnement des relais de surcharge temporisés quand tous leurs pôles sont alimentés

8.2.1.5.1.1 Exigences générales de déclenchement des relais de surcharge

NOTE 1 La protection thermique des moteurs en présence d'harmoniques dans la tension d'alimentation est à l'étude.

Les relais doivent satisfaire aux exigences du Tableau 3, lorsqu'ils sont essayés comme suit:

a) le relais de surcharge ou le démarreur étant dans son enveloppe, s'il en est normalement équipé, le déclenchement ne doit pas se produire en moins de 2 h à *A* fois le courant de réglage, à partir de l'état froid, à la température de référence de l'air ambiant précisée au Tableau 3. Cependant, lorsque les bornes du relais de surcharge ont atteint l'équilibre thermique, avec le courant d'essai, en moins de 2 h, la durée de l'essai peut être le temps mis pour atteindre cet équilibre thermique;

b) lorsque le courant est ensuite augmenté à *B* fois la valeur du courant de réglage, le déclenchement doit se produire en moins de 2 h;

c) pour les relais de surcharge de classe 2, 3, 5 et 10A chargés à *C* fois leur courant de réglage, le déclenchement doit se produire en moins de 2 min à partir de l'équilibre thermique, au courant de réglage, conformément au 9.3.3 de la CEI 60034-1; pour les relais de surcharge de classe 10A, pour une température de l'air ambiant de –5 °C ou moins, le fabricant peut déclarer un temps de déclenchement plus long mais pas supérieur à 2 fois les valeurs exigées pour 20 °C ;

NOTE 2 Le 9.3.3 de la CEI 60034-1 indique: «Les moteurs polyphasés dont la puissance assignée est inférieure ou égale à 315 kW et dont la tension assignée est inférieure ou égale à 1 kV doivent être capables de supporter un courant égal à 1,5 fois le courant assigné pendant au moins 2 min».

d) pour les relais de surcharge de classe 10, 20, 30 et 40 alimentés à *C* fois leur courant de réglage, le déclenchement doit se produire moins de 4, 8, 12 ou 16 min respectivement, à partir de l'équilibre thermique, au courant de réglage;

e) à *D* fois le courant de réglage, le déclenchement doit se produire dans les limites fixées au Tableau 2, pour la classe de déclenchement et la bande de tolérance appropriées, à partir de l'état froid.

Dans le cas de relais de surcharge ayant un domaine de courants de réglage, les limites de fonctionnement doivent s'appliquer aussi bien lorsque le relais est parcouru par le courant correspondant au réglage maximal que lorsqu'il est parcouru par le courant correspondant au réglage minimal.

Pour les relais de surcharge non compensés, la caractéristique multiple courant/température ambiante ne doit pas dépasser 1,2 %/K.

NOTE 3 1,2 %/K est la caractéristique de déclassement des conducteurs isolés au PVC.

Un relais de surcharge est considéré comme compensé s'il satisfait aux exigences du Tableau 3 à +20 °C et s'il se trouve dans les limites du Tableau 3 à d'autres températures.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 3 – Limites de fonctionnement des relais temporisés de surcharge alimentés sur tous leurs pôles

Type du relais de surcharge	Multiples de la valeur du courant de réglage				Valeurs de température de l'air ambiant
	A	B	C	D	
Type thermique non compensé pour les variations de température de l'air ambiant	1,0	1,2[b]	1,5	7,2	+40 °C
Type thermique compensé pour les variations de température de l'air ambiant	~~d~~ c	~~d~~ c	-	-	moins de – 5 °C~~e~~ d
	1,05	1,3	1,5	–	–5 °C
	1,05	1,2[b]	1,5	7,2	+20 °C
	1,0	1,2[b]	1,5	–	+40 °C
	~~d~~ c	~~d~~ c	-	-	plus de +40 °C~~e~~ d
Type électronique[a]	1,05	1,2[b]	1,5	7,2~~a~~	0 °C, +20 °C~~c~~ et +40 °C

a Cet essai doit être réalisé uniquement à 20 °C pour A, B et D multiples du courant de réglage.

b Si cela est spécifié par le fabricant, le courant de déclenchement pourrait ne pas être égal à 120 % mais il ne doit pas dépasser 125 %. Dans ce cas, la valeur du courant d'essai doit être égale à la valeur du courant de déclenchement. Dans ce cas, la valeur du courant de déclenchement doit être marquée sur le matériel.

~~c L'essai à 20 °C doit être réalisé uniquement pour les multiples A et B du réglage de courant.~~

~~d~~ c Il convient que le constructeur déclare les multiples de courant de réglage.

~~e~~ d Voir 9.3.3.2.2 pour les essais en dehors de la plage -5 °C +40 °C.

8.2.1.5.1.2 Essai de vérification de la mémoire thermique

A moins que le fabricant ait spécifié que l'appareil ne comporte pas de mémoire thermique, les relais électroniques de surcharge doivent satisfaire aux exigences suivantes (voir Figure 8):

– appliquer un courant égal à I_e jusqu'à ce que l'appareil ait atteint l'équilibre thermique;
– interrompre le courant pendant une période de $2 \times T_p$ (voir Tableau 2) avec une tolérance relative de ±10 % (où T_p est le temps mesuré au courant D selon le Tableau 3);
– appliquer un courant égal à $7{,}2 \times I_e$;
– le relais doit déclencher dans les 50 % du temps T_p.

8.2.1.5.2 Limites de fonctionnement des relais de surcharge tripolaires temporisés chargés sur deux pôles

En se reportant au Tableau 4:

Le relais de surcharge ou le démarreur doit être essayé dans son enveloppe s'il en est normalement équipé. Le relais étant alimenté sur trois pôles, à A fois le courant de réglage, le déclenchement ne doit pas se produire en moins de 2 h à partir de l'état froid, à la valeur de la température de l'air ambiant précisée au Tableau 4.

En outre, lorsque la valeur du courant passant dans deux pôles (ceux qui sont parcourus par le courant le plus élevé, dans le cas des relais sensibles à une perte de phase) est portée à B fois la valeur du courant de réglage et que le troisième pôle est mis hors circuit, le déclenchement doit se produire en moins de 2 h.

Ces valeurs doivent s'appliquer à toutes les combinaisons des pôles.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Dans le cas des relais de surcharge ayant un courant de réglage ajustable, les caractéristiques doivent s'appliquer aussi bien lorsque le relais est parcouru par le courant correspondant au réglage maximal que lorsqu'il est parcouru par le courant correspondant au réglage minimal.

Tableau 4 – Limites de fonctionnement des relais de surcharge tripolaires temporisés chargés sur deux pôles seulement

Type du relais de surcharge	Multiples de la valeur du courant de réglage		Température de référence de l'air ambiant
	A	B	
Thermique, compensé pour les variations de température de l'air ambiant ou électronique Insensible à une perte de phase	3 pôles 1,0	2 pôles 1,32 1 pôle 0	+20 °C
Thermique, non compensé pour les variations de température de l'air ambiant Insensible à une perte de phase	3 pôles 1,0	2 pôles 1,25 1 pôle 0	+40 °C
Thermique, compensé pour les variations de température de l'air ambiant ou électronique Sensible à une perte de phase	2 pôles 1,0 1 pôle 0,9	2 pôles 1,15 1 pôle 0	+20 °C

8.2.1.5.3 Limites de fonctionnement des relais de surcharge magnétiques instantanés

Pour toutes les valeurs du courant de réglage, les relais de surcharge magnétiques instantanés doivent déclencher avec une précision égale à ±10 % de la valeur du courant publiée correspondant au courant de réglage.

NOTE Les relais de surcharge magnétiques instantanés qui font l'objet de la présente norme ne sont pas prévus pour assurer la protection contre les courts-circuits.

8.2.1.5.4 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à minimum de courant pour la commutation automatique

8.2.1.5.4.1 Limites de fonctionnement des relais à minimum de courant

Lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, un relais ou un déclencheur à minimum de courant doit provoquer l'ouverture de celui-ci dans un intervalle de temps compris entre 80 % et 120 % de la valeur de réglage du temps lorsque le courant est inférieur à 0,9 fois le réglage du minimum de courant dans tous les pôles pendant le fonctionnement. Lorsque le temps de fonctionnement est inférieur à 1 s, une tolérance différente peut être donnée par le fabricant mais la valeur supérieure ne doit pas dépasser 1,2 s.

NOTE La tolérance dépend de la technologie de détection.

8.2.1.5.4.2 Limites de fonctionnement de commutation automatique par relais à minimum de courant

Ce paragraphe s'applique:

– aux démarreurs étoile-triangle, d'étoile en triangle, et

– aux démarreurs par autotransformateur, de la position de démarrage à la position MARCHE.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Le courant de retombée minimal d'un relais à minimum de courant ne doit pas être supérieur à 1,5 fois le courant de réglage réel du relais de surcharge qui peut agir dans la position de démarrage ou la position en étoile. Le relais à minimum de courant doit être capable de supporter n'importe quelle valeur de courant, depuis le courant de réglage minimal jusqu'au courant de calage dans la position de démarrage ou la position en étoile, pendant le temps de déclenchement déterminé par le relais de surcharge sous son courant de réglage maximal.

8.2.1.5.5 Limites de fonctionnement des relais de calage

Un relais de calage doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture de celui-ci dans un intervalle de temps compris entre 80 % et 120 % de la valeur de réglage du temps (temps d'inhibition de calage) ou dans la précision spécifiée par le fabricant, lorsque:

a) relais de détection de courant: le courant est 20 % supérieur à la valeur de réglage du courant de calage;

   EXEMPLE Courant de réglage du relais de calage: 100 A; temps de réglage: 6 s; précision: ±10 %, le relais doit déclencher entre 5,4 s et 6,6 s lorsque le courant est égal ou supérieur à 100 A × 1,2 = 120 A.

b) relais de détection de rotation: un signal d'entrée indique qu'aucune rotation du moteur n'existe.

8.2.1.5.6 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs de blocage

Un relais ou un déclencheur de blocage doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture de celui-ci dans un intervalle de temps compris entre 80 % et 120 % de la valeur de réglage du temps (temps d'inhibition de blocage) ou dans la précision spécifiée par le fabricant, lorsque le courant est supérieur à 1,2 fois la valeur du courant de réglage du relais de blocage, pendant le fonctionnement après l'achèvement du démarrage.

8.2.2 Echauffement

8.2.2.1 Généralités

Les exigences de 7.2.2 de la CEI 60947-1 sont applicables aux contacteurs et aux démarreurs à l'état neuf et propre.

NOTE 1 La résistance de contact due à l'oxydation peut influencer l'essai d'échauffement à des tensions d'essai inférieures à 100 V. Lorsque l'essai est réalisé à une tension inférieure à 100 V, il est admis de nettoyer les contacts de tels dispositifs soit par une méthode non-abrasive soit en réalisant 10 cycles de fonctionnement dans les conditions du Tableau 10 pour toute catégorie d'emploi à une tension quelconque.

Les échauffements des différents organes du contacteur ou du démarreur, mesurés au cours d'un essai effectué dans les conditions spécifiées en 9.3.3.3, ne doivent pas dépasser les valeurs limites précisées au Tableau 5 de la présente norme et en 7.2.2.1 et 7.2.2.2 de la CEI 60947-1.

Dans le cas d'un électro-aimant commandé électroniquement, la mesure de température de la bobine par variation de résistance peut être impraticable; dans un tel cas, d'autres méthodes sont autorisées, par exemple, thermocouples ou toute autre méthode appropriée.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 5 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile

Classe des matières isolantes (selon la CEI 60085)	**Limites d'échauffement (mesures effectuées par variation de résistance)** K	
	Bobines dans l'air	**Bobines dans l'huile**
A	85	60
E	100	60
B	110	60
F	135	–
H	160	–

Etant donné que, dans le cas d'un démarreur par autotransformateur, l'autotransformateur n'est parcouru par du courant que de façon intermittente, un échauffement maximal dépassant de 15 K les valeurs figurant dans le Tableau 5 est permis pour les enroulements du transformateur lorsque le démarreur est actionné selon les exigences de 5.3.4 et 5.3.5.5.3.

NOTE 2 Les limites d'échauffement indiquées au Tableau 5 de la présente norme et en 7.2.2.2 de la CEI 60947-1 ne sont valables que si la température de l'air ambiant reste comprise entre les limites –5 °C, +40 °C.

8.2.2.2 Bornes

Le 7.2.2.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.2.3 Parties accessibles

Le 7.2.2.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.2.4 Température de l'air ambiant

Le 7.2.2.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.2.5 Circuit principal

Le circuit principal d'un contacteur ou d'un démarreur parcouru par du courant en position MARCHE, y compris les déclencheurs à maximum de courant pouvant lui être associés, doit pouvoir supporter, sans dépasser les limites d'échauffement spécifiées en 7.2.2.1 de la CEI 60947-1, lorsqu'il est essayé conformément à 9.3.3.3.4:

– son courant thermique conventionnel (voir 5.3.2.1 et/ou 5.3.2.2) dans le cas d'un contacteur ou d'un démarreur prévu pour un service continu;
– pour un contacteur ou un démarreur prévu pour un service ininterrompu, un service intermittent ou un service temporaire: son courant assigné d'emploi correspondant (voir 5.3.2.5).

8.2.2.6 Circuits de commande

Le 7.2.2.5 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.2.7 Enroulements des bobines et des électro-aimants

8.2.2.7.1 Enroulements pour service ininterrompu et service de 8 h

Le circuit principal étant parcouru par un courant égal à la valeur maximale du courant selon 8.2.2.5, les enroulements des bobines, y compris celles des électrovalves des contacteurs ou des démarreurs électropneumatiques, doivent supporter, en régime continu et à la fréquence assignée, s'il y a lieu, la tension assignée maximale d'alimentation de commande, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées au Tableau 5 de la présente norme et en ~~7.2.2.2~~ 7.2.2.6 de CEI 60947-1.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE Selon la technologie, par exemple pour certains électro-aimants commandés électroniquement, la tension d'alimentation de commande peut ne pas être appliquée directement sur les enroulements de la bobine raccordée comme en service normal.

8.2.2.7.2 Enroulements pour service intermittent

Le circuit principal n'étant parcouru par aucun courant, les enroulements des bobines doivent supporter, à la fréquence assignée, s'il y a lieu, leur tension assignée maximale d'alimentation de commande comme indiqué au Tableau 6, suivant leur classe de service intermittent, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées au Tableau 5 de la présente norme et en 7.2.2.2 de la CEI 60947-1.

NOTE Selon la technologie, par exemple pour certains électro-aimants commandés électroniquement, la tension d'alimentation de commande peut ne pas être appliquée directement sur les enroulements de la bobine raccordée comme en service normal.

Tableau 6 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent

Classe de service intermittent		Un cycle de manœuvre de fermeture-ouverture toutes les	Durée de maintien de l'alimentation de la bobine de commande
Contacteurs	Démarreurs		
1	1	3 600 s	Il convient que le temps de passage du courant corresponde au facteur de marche spécifié par le fabricant
3	3	1 200 s	
12	12	300 s	
30	30	120 s	
120		30 s	
300		12 s	
1 200		3 s	

8.2.2.7.3 Enroulements spéciaux (pour service temporaire ou périodique)

Les enroulements spéciaux doivent être essayés dans les conditions de fonctionnement correspondant au service le plus sévère auquel ils peuvent être destinés et leurs caractéristiques assignées doivent être précisées par le fabricant.

NOTE Les enroulements spéciaux peuvent être des bobines de démarreurs qui ne sont sous tension que durant la période de démarrage, des bobines de déclenchement de contacteurs à accrochage et certaines bobines d'électrovalves destinées au verrouillage de contacteurs ou de démarreurs pneumatiques.

8.2.2.8 Circuits auxiliaires

Le 7.2.2.7 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.2.9 Autres parties

Le 7.2.2.8 de la CEI 60947-1 est applicable, en remplaçant les mots «plastiques et matériaux isolants» par «parties isolantes».

8.2.3 Propriétés diélectriques

Le 7.2.3 de la CEI 60947-1:2007 s'applique avec les compléments suivants:

Les exigences générales concernant les appareils incluant des composants de limitation de tension insérés entre les circuits qui ne sont pas connectés à la masse ou à la terre à soumettre à l'essai diélectrique sont décrites comme suit:

Ces composants de limitation de tension appelés varistances utilisés pour protéger les éléments électroniques des ondes de choc dans l'appareil doivent satisfaire à la CEI 61051-2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Dans cet article, le but n'est pas de diminuer les distances d'isolement. Pour l'essai de type de l'appareil, les composants de limitation de tension peuvent être déconnectés.

La CEI 61051-2 s'applique comme suit:

a) Catégories climatiques préférentielles de la varistance:

- température inférieure maximale: -10 °C
- température supérieure minimale: +85 °C

Le fabricant de l'appareil doit vérifier que la varistance est appropriée à l'utilisation à la température ambiante étendue le cas échéant.

b) La valeur minimale de la tension assignée de la varistance doit être égale à 1,2 fois la valeur crête maximale de la tension lorsque la varistance est connectée.

c) Lorsqu'elles sont connectées au réseau électrique, les varistances doivent tenir la tension de choc conformément au 9.4.2.5.

NOTE 1 Avec la vérification des varistances ci-dessus, on présume qu'un fusible de protection de la varistance n'est pas nécessaire.

NOTE 2 La possibilité donnée au 8.3.3.4.1 point 1) de la CEI 60947-1:2007 de déconnecter les circuits entre pôles peut s'avérer inappropriée dans l'essai individuel de série, car les produits sont finis et il n'est pas approprié de les rouvrir et de les manipuler. L'objectif principal de cet essai est d'identifier le bon fonctionnement du composant limiteur de tension.

8.2.4 Exigences de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge

Les exigences relatives aux caractéristiques normales de charge et de surcharge conformes à 5.3.5 sont données en 8.2.4.1, 8.2.4.2 et 8.2.4.4.

8.2.4.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Les contacteurs ou les démarreurs doivent pouvoir établir et couper les courants sans défaillance dans les conditions précisées au Tableau 7 pour les catégories d'emploi prescrites et le nombre de manœuvres indiquées, comme spécifié en 9.3.3.5.

Les valeurs des durées de passage du courant et des durées de repos données aux Tableaux 7 et 8 ne doivent pas être dépassées.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 7 – Pouvoirs de fermeture et de coupure – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos ϕ	Durée de passage du courant [b] s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-1	1,5	1,05	0,8	0,05	[f]	50
AC-2	4,0[h]	1,05	0,65[h]	0,05	[f]	50
AC-3[i]	8,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
AC-4[i]	10,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
AC-5a	3,0	1,05	0,45	0,05	[f]	50
AC-5b	1,5[c]	1,05	[c]	0,05	60	50
AC-6a	[j]					
AC-6b	[e]					
AC-8a[k]	6,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
AC-8b[k]	6,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
			— L/R ms			
DC-1	1,5	1,05	1,0	0,05	[f]	50[d]
DC-3	4,0	1,05	2,5	0,05	[f]	50[d]
DC-5	4,0	1,05	15,0	0,05	[f]	50[d]
DC-6	1,5[c]	1,05	[c]	0,05	60	50[d]
Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement [j]					
	I/I_e	U/U_e	Cos ϕ	Durée de passage du courant [b] s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-3	10	1,05[g]	[a]	0,05	10	50
AC-4	12	1,05[g]	[a]	0,05	10	50

I = courant établi. Le courant d'établissement est exprimé en courant continu ou en courant alternatif comme la valeur efficace des composantes symétriques, étant entendu qu'en courant alternatif, la valeur réelle de crête au cours de la manœuvre d'établissement peut avoir une valeur plus élevée que la valeur de crête de la composante symétrique.

I_c = courant établi et coupé, exprimé en continu ou, en alternatif, comme la valeur efficace des composantes symétriques

I_e = courant assigné d'emploi

U = tension appliquée

U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu

U_e = tension assignée d'emploi

Cos ϕ = facteur de puissance du circuit d'essai

L/R = constante de temps du circuit d'essai

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 7 *(suite)*

[a] Cos ϕ = 0,45 pour $I_e \leq$ 100 A; 0,35 pour $I_e >$ 100 A.

[b] La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.

[c] Essais à effectuer avec une charge constituée par des lampes à incandescence.

[d] 25 cycles de manœuvres à une polarité et 25 cycles de manœuvres à la polarité inverse.

[e] Les caractéristiques assignées pour des charges capacitives peuvent se déduire d'essais de commande de condensateurs ou de l'expérience et de la pratique éprouvées. On peut se rapporter, comme guide, à la formule du Tableau 9, qui ne tient pas compte des effets thermiques des courants harmoniques. Les valeurs qui en découlent doivent être examinées en tenant compte de l'échauffement.

[f] Voir Tableau 8.

[g] Pour U/U_e, une tolérance de ±20 % est admise.

[h] Les valeurs indiquées concernent les contacteurs de stator. Pour les contacteurs de rotor, l'essai doit être effectué avec un courant égal à quatre fois le courant assigné rotorique d'emploi et un facteur de puissance de 0,95.

[i] Les conditions d'établissement pour les catégories d'emploi AC-3 et AC-4 doivent aussi être vérifiées. Cette vérification peut être effectuée au cours de l'essai d'établissement et de coupure, sous réserve de l'accord du fabricant. Dans ce cas, les multiples du courant d'établissement doivent être ceux qui sont indiqués pour I/I_e et ceux du courant coupé doivent être ceux qui sont indiqués pour I_e/I_e. 25 cycles de manœuvres doivent être exécutés avec une tension d'alimentation de commande égale à 110 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_s et 25 cycles de manœuvres à 85 % de U_s. Les durées de repos sont à déterminer d'après le Tableau 8.

[j] Le fabricant doit vérifier les caractéristiques assignées AC-6a par un essai avec un transformateur ou peut trouver les caractéristiques assignées à partir des valeurs d'essai pour AC-3 selon le Tableau 9.

[k] Il est admis qu'un rapport inférieur du courant à rotor bloqué sur le courant à pleine charge soit utilisé si cela est spécifié par le fabricant.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c / I_e	U_r / U_e	Cos ϕ	Durée de passage du courant [b] s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-1	1,5	1,05	0,8	0,05	[f]	50
AC-2	4,0 [h]	1,05	0,65 [h]	0,05	[f]	50
AC-3 [i]	8,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
AC-4 [i]	10,0	1,05	[a]	0,05	[f]	50
AC-5a	3,0	1,05	0,45	0,05	[f]	50
AC-5b	1,5 [c]	1,05	[c]	0,05	60	50
AC-6a	[j]					
AC-6b	1,5 [e]	1,05		[l]	[m]	50
AC-8a [k]	6,0	1,05	a	0,05	f	50
AC-8b [k]	6,0	1,05	[a]	0,05	f	50
Catégorie d'emploi	I_c / I_e	U_r / U_e	L / R ms	Durée de passage du courant [b] s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
DC-1	1,5	1,05	1,0	0,05	[f]	50 [d]
DC-3	4,0	1,05	2,5	0,05	[f]	50 [d]
DC-5	4,0	1,05	15,0	0,05	[f]	50 [d]
DC-6	1,5 [c]	1,05	[c]	0,05	60	50 [d]
Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement [i]					
	I / I_e	U / U_e	Cos ϕ	Durée de passage du courant [b] s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-3	10	1,05[g]	[a]	0,05	10	50
AC-4	12	1,05[g]	[a]	0,05	10	50

I = courant établi. Le courant d'établissement est exprimé en courant continu ou en courant alternatif comme la valeur efficace des composantes symétriques, étant entendu qu'en courant alternatif, la valeur réelle de crête au cours de la manœuvre d'établissement peut avoir une valeur plus élevée que la valeur de crête de la composante symétrique.

I_c = courant établi et coupé, exprimé en continu ou, en alternatif, comme la valeur efficace des composantes symétriques

I_e = courant assigné d'emploi

U = tension appliquée

U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu

U_e = tension assignée d'emploi

Cos ϕ = facteur de puissance du circuit d'essai

L / R = constante de temps du circuit d'essai

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 7 *(suite)*

[a] Cos ϕ = 0,45 pour $I_e \leq 100$ A; 0,35 pour $I_e > 100$ A.

[b] La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.

[c] Essais à effectuer avec une charge constituée par des lampes à incandescence.

[d] Si la polarité n'est pas marquée sur l'appareil, 25 cycles de manœuvres à une polarité et 25 cycles de manœuvres à la polarité inverse.

[e] La charge doit être constituée de combinaisons de condensateurs disponibles dans le commerce permettant d'obtenir un courant réactif en régime établi I_e calculé selon 9.3.3.3.4. D'autres valeurs capacitives assignées peuvent être déterminées par des essais de commutation de condensateurs ou assignées en se fondant sur la pratique et l'expérience courantes. Comme guide, on peut se référer à la formule donnée dans le Tableau 9 qui ne tient pas compte des effets thermiques dus aux courants harmoniques. La capacité de courant disponible aux bornes d'essai doit être supérieure ou égale au courant présumé " *r* ". Elle peut être déterminée par une évaluation analytique.

[f] Voir Tableau 8.

[g] Pour U / U_e, une tolérance de ± 20 % est admise.

[h] Les valeurs indiquées concernent les contacteurs de stator. Pour les contacteurs de rotor, l'essai doit être effectué avec un courant égal à quatre fois le courant assigné rotorique d'emploi et un facteur de puissance de 0,95.

[i] Les conditions d'établissement pour les catégories d'emploi AC-3 et AC-4 doivent aussi être vérifiées. Cette vérification peut être effectuée au cours de l'essai d'établissement et de coupure, sous réserve de l'accord du fabricant. Dans ce cas, les multiples du courant d'établissement doivent être ceux qui sont indiqués pour I / I_e et ceux du courant coupé doivent être ceux qui sont indiqués pour I_c / I_e. 25 cycles de manœuvres doivent être exécutés avec une tension d'alimentation de commande égale à 110 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_s et 25 cycles de manœuvres à 85 % de U_s. Les durées de repos sont à déterminer d'après le Tableau 8.

[j] Le fabricant doit vérifier les caractéristiques assignées AC-6a par un essai avec un transformateur ou peut trouver les caractéristiques assignées à partir des valeurs d'essai pour AC-3 selon le Tableau 9.

[k] Un rapport inférieur de I_c / I_e (courant à rotor bloqué sur courant à pleine charge) peut être utilisé si cela est spécifié par le fabricant.

[l] La durée de passage doit être suffisamment longue pour atteindre le courant stabilisé.

[m] Durée de passage selon le Tableau 8. La valeur d'une résistance de décharge doit être déterminée afin d'atteindre moins de 50 V à la fin de la durée de repos.

Tableau 8 – Relation entre le courant coupé I_c et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

Courant coupé I_c A	Durée de repos 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
800 < $I_c \leq$ 1 000	100
1 000 < $I_c \leq$ 1 300	140
1 300 < $I_c \leq$ 1 600	180
1 600 < I_c	240

La valeur de la durée de repos peut être réduite avec l'accord du fabricant.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 9 – Détermination du courant d'emploi pour les catégories d'emploi AC-6a et AC-6b à partir des caractéristiques assignées pour AC-3

Courant assigné d'emploi	Détermination à partir du courant d'établissement pour la catégorie d'emploi AC-3
I_e (AC-6a) pour la connexion des transformateurs dont les valeurs de crête du courant d'appel ne dépassent pas 30 fois la valeur de crête du courant assigné	0,45 I_e (AC-3)
I_e (AC-6b) pour la connexion de batteries uniques de condensateurs dans des circuits ayant un courant présumé de court-circuit i_k à l'emplacement de la batterie de condensateurs	$i_k \frac{x^2}{(x-1)^2}$ avec $x = 13{,}3 \times \frac{I_e\ (AC\ -\ 3)}{i_k}$ et pour $i_k > 205\ I_e$ (AC-3)
L'expression du courant d'emploi I_e (AC-6b) provient de la formule donnant la valeur de crête maximale du courant d'appel: $I_{pmax} = \frac{U_e \times \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times \frac{1+\sqrt{\frac{X_C}{X_L}}}{X_L - X_C}$ où U_e est la tension assignée d'emploi; X_L est l'impédance en court-circuit du circuit; X_C est la réactance de la batterie de condensateurs. Cette formule est valable à condition que la capacité côté source du contacteur ou du démarreur puisse être négligée et que le condensateur n'ait pas de charge initiale.	

8.2.4.2 Fonctionnement conventionnel en service

Le 7.2.4.2 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants.

Les contacteurs ou les démarreurs doivent pouvoir établir et couper, sans défaillance, les courants dans les conditions conventionnelles définies au Tableau 10 pour les catégories d'emploi requises et le nombre de cycles de manœuvres indiqué, dans les conditions définies en 9.3.3.6.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 10 – Fonctionnement conventionnel en service – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos ϕ	Durée de passage du courant s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-1	1,0	1,05	0,80	0,05[b]	c	6 000[i]
AC-2	2,0	1,05	0,65	0,05[b]	c	6 000[i]
AC-3	2,0	1,05	a	0,05[b]	c	6 000[i]
AC-4	6,0	1,05	a	0,05[b]	c	6 000[i]
AC-5a	2,0	1,05	0,45	0,05[b]	c	6 000[i]
AC-5b	1,0[e]	1,05	e	0,05[b]	60	6 000[i]
AC-6	g	g	g	g	g	g
AC-8a	1,0	1,05	0,80	0,05[b]	c	30 000
AC-8b[h] [j]	6,0	1,05	a	1 10	9 90[d]	5 900 100
			— L/R ms			
DC-1	1,0	1,05	1,0	0,05[b]	c	6 000[f]
DC-3	2,5	1,05	2,0	0,05[b]	c	6 000[f]
DC-5	2,5	1,05	7,5	0,05[b]	c	6 000[f]
DC-6	1,0[e]	1,05	e	0,05[b]	60	6 000[f]

I_c = courant établi ou coupé. Sauf pour les catégories AC-5b, AC-6 ou DC-6, le courant d'établissement est exprimé en courant continu ou en courant alternatif, comme la valeur efficace des composantes symétriques, étant entendu qu'en courant alternatif, la valeur réelle de crête au cours de la manœuvre d'établissement peut avoir une valeur plus élevée que la valeur de crête de la composante symétrique

I_e = courant assigné d'emploi

U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu

U_e = tension assignée d'emploi

a Cos ϕ = 0,45 pour $I_e \leq$ 100 A; 0,35 pour $I_e >$ 100 A.

b La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.

c Ces durées de repos ne doivent pas être supérieures aux valeurs du Tableau 8.

d Le constructeur peut choisir n'importe quelle valeur pour la durée de repos jusqu'à 200 s.

e Essais à effectuer avec une charge constituée par des lampes à incandescence.

f 3 000 cycles de manœuvres à une polarité et 3 000 cycles de manœuvres à la polarité inverse.

g A l'étude.

h Les essais pour la catégorie AC-8b doivent être complétés par les essais pour la catégorie AC-8a. Ces essais peuvent être effectués sur des échantillons différents.

i Pour les appareils de connexion à commande manuelle, le nombre de cycles de manœuvres doit être 1 000 en charge, suivis de 5 000 à vide.

j Il est admis qu'un rapport inférieur I_c/I_e (courant à rotor bloqué sur le courant à pleine charge) soit utilisé si cela est spécifié par le fabricant.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Catégorie d'emploi	Conditions d'essai d'établissement et de coupure					
	I_c / I_e	U_r / U_e	Cos ϕ	Durée de passage du courant s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-1	1,0	1,05	0,80	0,05 [b]	[c]	6 000 [i]
AC-2	2,0	1,05	0,65	0,05 [b]	[c]	6 000 [i]
AC-3	2,0	1,05	[a]	0,05 [b]	[c]	6 000 [i]
AC-4	6,0	1,05	[a]	0,05 [b]	[c]	6 000 [i]
AC-5a	2,0	1,05	0,45	0,05 [b]	[c]	6 000 [i]
AC-5b	1,0 [e]	1,05	[e]	0,05 [b]	60	6 000 [i]
AC-6a	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]
AC-6b	1 [k]	1,05		[l]	[m]	6 000
AC-8a	1,0	1,05	0,80	0,05 [b]	[c]	30 000
AC-8b [h, j]	6,0	1,05	[a]	1	9	5 900
				10	90 [d]	100
Catégorie d'emploi	I_c / I_e	U_r / U_e	L / R ms	Durée de passage du courant s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
DC-1	1,0	1,05	1,0	0,05 [b]	c	6 000 [f]
DC-3	2,5	1,05	2,0	0,05 [b]	c	6 000 [f]
DC-5	2,5	1,05	7,5	0,05 [b]	c	6 000 [f]
DC-6	1,0 [e]	1,05	[e]	0,05 [b]	60	6 000 [f]

I_c = courant établi ou coupé. Sauf pour les catégories AC-5b, AC-6 ou DC-6, le courant d'établissement est exprimé en courant continu ou en courant alternatif, comme la valeur efficace des composantes symétriques, étant entendu qu'en courant alternatif, la valeur réelle de crête au cours de la manœuvre d'établissement peut avoir une valeur plus élevée que la valeur de crête de la composante symétrique.

I_e = courant assigné d'emploi

U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu

U_e = tension assignée d'emploi

Cos ϕ = facteur de puissance du circuit d'essai

L / R = constante de temps du circuit d'essai

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 10 *(suite)*

[a] Cos ϕ = 0,45 pour $I_e \leq 100$ A; 0,35 pour $I_e > 100$ A.

[b] La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.

[c] Ces durées de repos ne doivent pas être supérieures aux valeurs du Tableau 8.

[d] Le constructeur peut choisir n'importe quelle valeur pour la durée de repos jusqu'à 200 s.

[e] Essais à effectuer avec une charge constituée par des lampes à incandescence.

[f] Si la polarité n'est pas marquée sur l'appareil, 3 000 cycles de manœuvres à une polarité et 3 000 cycles de manœuvres à la polarité inverse.

[g] Le fabricant doit vérifier les caractéristiques assignées AC-6a par un essai avec un transformateur ou peut trouver les caractéristiques assignées à partir des valeurs d'essai pour AC-3 selon le Tableau 9.

[h] Les essais pour la catégorie AC-8b doivent être complétés par les essais pour la catégorie AC-8a. Ces essais peuvent être effectués sur des échantillons différents.

[i] Pour les appareils de connexion à commande manuelle, le nombre de cycles de manœuvres doit être 1 000 en charge, suivis de 5 000 à vide.

[j] Un rapport inférieur de I_c/I_e (courant à rotor bloqué sur courant à pleine charge) peut être utilisé si cela est spécifié par le fabricant.

[k] La charge doit être constituée de combinaisons de condensateurs disponibles dans le commerce permettant d'obtenir un courant réactif en régime établi I_e calculé selon 9.3.3.3.4. D'autres valeurs capacitives assignées peuvent être déterminées par des essais de commutation de condensateurs ou assignées en se fondant sur la pratique et l'expérience courantes. Comme guide, on peut se référer à la formule donnée dans le Tableau 9 qui ne tient pas compte des effets thermiques dus aux courants harmoniques. La capacité de courant disponible aux bornes d'essai doit être supérieure ou égale au courant présumé « *r* ». Elle peut être déterminée par une évaluation analytique.

[l] La durée de passage doit être suffisamment longue pour atteindre le courant stabilisé.

[m] Durée de passage selon le Tableau 8. La valeur d'une résistance de décharge doit être déterminée afin d'atteindre moins de 50 V à la fin de la durée de repos.

8.2.4.3 Durabilité

Le 7.2.4.3 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants.

8.2.4.3.1 Durabilité mécanique

La durabilité mécanique d'un contacteur ou d'un démarreur est vérifiée par un essai spécial effectué à la discrétion du fabricant. Les recommandations pour effectuer cet essai figurent à l'Annexe B.

8.2.4.3.2 Durabilité électrique

La durabilité électrique d'un contacteur ou d'un démarreur est vérifiée par un essai spécial effectué à la discrétion du fabricant. Les recommandations pour effectuer cet essai figurent à l'Annexe B.

8.2.4.4 Aptitude des contacteurs à supporter les courants de surcharge

Les contacteurs des catégories d'emploi AC-3 ou AC-4 doivent supporter les courants de surcharge figurant au Tableau 11, comme indiqué en 9.3.5.

8.2.4.5 Consommation de puissance de la bobine

Lorsque la consommation de puissance de la bobine est donnée, elle doit faire l'objet d'un essai selon 9.3.3.2.1.2.

8.2.4.6 Impédance des pôles

Lorsque l'impédance des pôles est donnée, elle doit faire l'objet d'un essai selon 9.3.3.2.2.2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 11 – Exigences de tenue aux courants de surcharge

Courant assigné d'emploi	Courant d'essai	Durée de l'essai
≤630 A	8 × I_e max/AC-3	10 s
>630 A	6 × I_e max/AC-3*	10 s
* Avec une valeur minimale de 5 040 A.		

NOTE Cet essai s'applique également aux cas de services où la valeur du courant est inférieure à celles indiquées au Tableau 11 et la durée de l'essai est supérieure à 10 s, à condition que la valeur d'essai de I^2t ne soit pas dépassée.

8.2.5 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits

8.2.5.1 Fonctionnement en condition de court-circuit (courant assigné de court-circuit conditionnel)

Le courant assigné de court-circuit conditionnel des contacteurs et des démarreurs protégés par un ou des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC), des combinés de démarrage, des combinés d'appareils de connexion, des démarreurs protégés et des appareils de connexion protégés doit être vérifié par des essais de court-circuit comme le spécifie le 9.3.4. Ces essais sont obligatoires:

a) à la valeur appropriée du courant présumé indiquée au Tableau 13 (courant d'essai «*r*»), et

b) au courant assigné de court-circuit conditionnel I_q, s'il est supérieur au courant d'essai «*r*».

Les caractéristiques assignées du DPCC doivent convenir à toute valeur donnée du courant assigné d'emploi, de la tension assignée d'emploi et à la catégorie d'emploi correspondante.

Deux types de coordination sont admis, le type «1» ou «2». Les conditions d'essais pour ces deux types sont données en 9.3.4.2.1 et 9.3.4.2.2.

La coordination de type «1» exige, qu'en condition de court-circuit, le contacteur ou le démarreur n'occasionne pas de danger aux personnes ou aux installations et ne puisse pas être en mesure de fonctionner ensuite sans réparation ou remplacement de pièces.

La coordination de type «2» exige, qu'en condition de court-circuit, le contacteur ou le démarreur n'occasionne pas de danger aux personnes ou aux installations et puisse être en mesure de fonctionner ensuite. Le risque de soudure des contacts est admis; dans ce cas, le fabricant doit indiquer les mesures à prendre en ce qui concerne la maintenance du matériel.

NOTE L'emploi d'un DPCC non conforme aux recommandations du fabricant peut annuler la coordination.

Ces essais ne s'appliquent qu'aux valeurs assignées des moteurs pour courant alternatif.

8.2.5.2 Coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC associé

La coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC est un essai spécial. La manière de la vérifier est décrite en B.4.

~~**8.2.6 Vacant**~~

~~**8.2.7 Exigences supplémentaires pour les combinés de démarrage et les démarreurs protégés aptes au sectionnement**~~

~~A l'étude.~~

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)

8.3.1 Généralités

Le 7.3.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants.

Les essais pour le champ magnétique à fréquence industrielle ne sont pas requis, étant donné que les matériels sont naturellement soumis à de tels champs. L'immunité est démontrée par la réussite des essais d'aptitude au fonctionnement (voir 9.3.3.5 et 9.3.3.6).

Ce matériel est de façon inhérente sensible aux creux de tension et aux interruptions de courte durée sur l'alimentation de la commande; il doit réagir dans les limites de 8.2.1.2 et cela est vérifié par les essais de limites de fonctionnement donnés en 9.3.3.2.

8.3.2 Immunité

8.3.2.1 Matériel ne comprenant pas de circuits électroniques

Le 7.3.2.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.3.2.2 Matériel comprenant des circuits électroniques

Le 7.3.2.2 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

Les résultats d'essai sont spécifiés en utilisant les critères de fonctionnement donnés au Tableau 12.

Tableau 12 – Critères d'acceptation spécifiques pour les essais d'immunité

Point	Critères d'acceptation		
	A	B	C
Généralités	Fonctionnement normal dans les limites spécifiées	Dégradation temporaire ou perte de fonction ou de fonctionnement qui est auto-récupérable	Dégradation temporaire, ou perte de fonction ou de fonctionnement nécessitant l'intervention d'un opérateur ou un réarmement du système. Aucun composant ne doit être endommagé.
Fonctionnement des circuits de puissance et de commande	Pas de fonctionnement indésirable -le contacteur doit rester dans la position prévue - le relais de surcharge ne doit pas déclencher	Fonctionnement indésirable temporaire sans déclenchement L'ouverture ou la fermeture non intentionnelle des contacts n'est pas acceptée Auto-récupérable	Déclenchement du relais de surcharge Ouverture ou fermeture non intentionnelle des contacts Non auto-récupérable
Fonctionnement des afficheurs et des circuits auxiliaires	Pas de changement de l'information affichée Seulement une légère fluctuation de l'intensité lumineuse des DEL ou un léger mouvement des caractères Pas de fonctionnement indésirable des contacts auxiliaires	Changements temporaires visibles, par exemple illumination non désirée de la DEL L'ouverture ou la fermeture non intentionnelle des contacts auxiliaires n'est pas acceptée	Perte permanente de l'information affichée L'ouverture ou la fermeture non intentionnelle des contacts auxiliaires n'est pas acceptée
Fonctions de traitement de l'information et de détection	Communication et échange de données vers les dispositifs extérieurs sans action indésirable ni information erronée	Communication temporairement perturbée avec impacts extérieurs possibles mais auto-récupérable	Traitement erroné de l'information Perte de données et/ou d'informations Non auto-récupérable

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.3.3 Émission

Les niveaux de sévérité requis pour l'environnement B couvrent ceux requis pour l'environnement A.

Les dispositifs couverts par cette norme ne produisent pas de niveaux significatifs d'harmoniques; en conséquence, aucun essai d'harmonique n'est requis.

8.3.3.1 Matériel ne comprenant pas de circuits électroniques

Le 7.3.3.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

Le matériel comprenant seulement des composants tels que des diodes, varistances, résistances ou condensateurs n'a pas besoin d'être essayé (par exemple dans les suppresseurs d'onde de choc).

8.3.3.2 Matériel comprenant des circuits électroniques

Le 7.3.3.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

9 Essais

9.1 Nature des essais

9.1.1 Généralités

Le 8.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.1.2 Essais de type

Les essais de type sont destinés à vérifier la conformité de la conception des contacteurs et des démarreurs de tous types à la présente norme. Ils comprennent les vérifications suivantes:

a) limites d'échauffement (voir 9.3.3.3);
b) propriétés diélectriques (voir 9.3.3.4);
c) pouvoirs assignés de fermeture et de coupure (voir 9.3.3.5);
d) aptitude à la commutation et à l'inversion du sens de marche, le cas échéant (voir 9.3.3.5);
e) fonctionnement conventionnel en service (voir 9.3.3.6);
f) fonctionnement et limites de fonctionnement (voir 9.3.3.1 et 9.3.3.2);
g) aptitude des contacteurs à supporter les courants de surcharge (voir 9.3.5);
h) vérification du fonctionnement en condition de court-circuit (voir 9.3.4) ;
i) propriétés mécaniques des bornes (voir 8.2.4 de la CEI 60947-1);
j) degrés de protection des contacteurs et des démarreurs sous enveloppe (voir Annexe C de la CEI 60947-1);
k) essais CEM s'il y a lieu (voir 9.4).

9.1.3 Essais individuels

Le 8.1.3 de la CEI 60947-1 est applicable lorsque les essais sur prélèvement (voir 9.1.4) ne sont pas faits.

Les essais individuels des contacteurs et des démarreurs comprennent:

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

– le fonctionnement et les limites de fonctionnement (voir 9.3.6.2);
– les essais diélectriques (voir 9.3.6.3).

9.1.4 Essais sur prélèvement

Les essais sur prélèvement des contacteurs et des démarreurs comprennent:

– le fonctionnement et les limites de fonctionnement (voir 9.3.6.2)
– les essais diélectriques (voir 9.3.6.3).

Le 8.1.4 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants.

Un fabricant peut, s'il le désire, faire des essais sur prélèvement à la place des essais individuels. Le prélèvement doit au moins satisfaire aux exigences suivantes spécifiées dans la CEI 60410 (voir Tableau II-A: Plans d'échantillonnage simple en contrôle normal):

– prélèvement basé sur le NQA ≤ 1;
– critère d'acceptation Ac = 0 (aucun défaut accepté);
– critère de rejet Re = 1 (pour 1 défaut, tout le lot doit être essayé).

Le prélèvement doit être effectué à intervalles réguliers pour chaque lot individualisé.

D'autres méthodes statistiques satisfaisant aux exigences ci-dessus de la CEI 60410 peuvent être utilisées, par exemple des méthodes statistiques assurant la maîtrise de la fabrication en continu ou la maîtrise de procédés incluant des calculs de capabilité.

Les essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement doivent être effectués selon 8.3.3.4.3 de la CEI 60947-1.

9.1.5 Essais spéciaux

9.1.5.1 Généralités

Les essais spéciaux correspondent aux essais de durabilité mécanique et électrique, ainsi qu'à la vérification de la coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC (voir Annexe B). Les résultats d'essai peuvent être utilisés pour obtenir des données nécessaires aux applications de sécurité fonctionnelle (voir Annexe K).

9.1.5.2 Essais spéciaux – chaleur humide, brouillard salin, vibrations et chocs

Pour ces essais spéciaux, l'Annexe Q de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Lorsque le Tableau Q.1 de la CEI 60947-1 prescrit la vérification de l'aptitude au fonctionnement, ceci doit être réalisé avec le fonctionnement et les limites de fonctionnement du 9.3.6.2 de la présente norme.

Les essais de vibrations doivent être réalisés sur le matériel en position ouverte et fermée. Le relais de surcharge ne doivent pas se déclencher au cours de l'essai. Pour vérifier le comportement des contacts principaux et auxiliaires, des essais peuvent être réalisés avec toute valeur de courant / tension.

L'essai de choc sur le matériel doit être réalisé en position ouverte.

Pour l'essai de chaleur sèche, le matériel doit être en position fermée pendant la période de conditionnement (voir 5.3.3 de la CEI 60068-2-2). Pour les catégories A, B et C, l'essai peut être réalisé sans courant aux pôles et pour les catégories D, E et F, l'essai doit être réalisé avec le courant assigné maximal AC-3, mais il peut être limité à 100 A pour des raisons

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

pratiques. Au cours de la dernière heure, le contacteur doit être manœuvré 5 fois. Le relais de surcharge peut se déclencher pendant toute la durée de l'essai.

Pour l'essai à basse température, l'essai Ad doit être choisi à la place de l'essai Ab et le matériel doit être en position ouverte au cours de la période de refroidissement. Il doit ensuite être alimenté pendant la dernière heure. Pour les catégories A, B et C, l'essai peut être réalisé sans courant aux pôles et pour les catégories D, E et F, l'essai est réalisé avec le courant assigné maximal AC-3 qui peut être limité à 100 A pour des raisons pratiques. Au cours de la dernière heure, le contacteur doit être manœuvré 5 fois. Le relais de surcharge ne doit pas se déclencher pendant l'essai.

Pour l'essai de chaleur humide, pour les catégories A, B et C, l'essai peut être réalisé sans courant aux pôles. Pour les catégories D, E et F le matériel doit être alimenté par un courant assigné maximum AC-3 pendant le premier cycle et il doit être mis hors tension pendant le deuxième cycle. Le courant peut être limité à 100 A pour des raisons pratiques. Après stabilisation de la température, pendant les 2 premières heures du premier cycle et pendant les 2 dernières heures du deuxième cycle, le contacteur doit être manœuvré 5 fois. Il est admis que le relais de surcharge se déclenche uniquement si cela est autorisé par ses caractéristiques de température.

Sous réserve de l'accord du fabricant, la durée des périodes de reprise peut être réduite.

Après la réalisation de l'essai au brouillard salin, il est admis de laver le matériel si le fabricant l'autorise.

9.2 Conformité aux dispositions relatives à la construction

9.2.1 Généralités

Le 8.2 de la CEI 60947-1:2007 s'applique avec les compléments suivants:

9.2.2 Performance électrique des organes de serrage sans vis

Le 8.2.4.7 de la CEI 60947-1:2007, Amendement 1 s'applique avec les modifications suivantes:

Le nombre d'éprouvettes doit être supérieur ou égal à 4.

L'insertion et la déconnexion des conducteurs doivent être effectuées conformément aux instructions du fabricant.

Une configuration d'essai appropriée est représentée à la Figure 10. Si les points de mesure ne peuvent pas être positionnés à moins de 10 mm du point de contact, la différence de tension entre les points de mesure idéaux et réels doit être déduite de la chute de tension mesurée. Cette différence de tension dans la partie du conducteur doit être déterminée avec une méthode de mesure convenable sur une éprouvette à une température stabilisée. Les méthodes et les résultats de mesure doivent être détaillés dans le rapport d'essai. Le courant d'essai est fixé à I_{th}.

NOTE 1 Il est généralement possible d'équiper un produit couvert par la CEI 60947-4-1 d'un grand nombre de types de câbles différents (à brins, pleins, flexibles...), donnant lieu à un nombre d'essais suffisant pour la même borne.

NOTE 2 Une méthode d'essai particulière pour des sections de conducteurs supérieures à 10 mm² est à l'étude.

NOTE 3 L'échantillon d'appareil peut être muni de trous ou de dispositions équivalentes, constituant des points d'accès de mesure pour la chute de tension sur la borne.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.2.3 Essai de vieillissement pour les organes de serrage sans vis

Le 8.2.4.8 de la CEI 60947-1:2007, Amendement 1 s'applique avec la modification suivante:

L'essai doit être effectué sur l'appareil équipé des bornes.

Le courant d'essai est fixé à I_{th}.

NOTE L'échantillon d'appareil peut être muni de trous ou de dispositions équivalentes, constituant des points d'accès de mesure pour la chute de tension sur la borne.

9.3 Conformité aux dispositions relatives au fonctionnement

9.3.1 Séquences d'essais

Chaque séquence d'essais est effectuée sur un échantillon à l'état neuf.

NOTE 1 Avec l'accord du fabricant, plus d'une séquence d'essais ou toutes les séquences d'essais peuvent être effectuées sur un seul échantillon. Cependant, les essais sont effectués selon la séquence donnée pour chaque échantillon.

NOTE 2 Quelques essais sont inclus dans les séquences uniquement afin de réduire le nombre d'échantillons requis, les résultats n'ayant aucune signification pour les essais qui précèdent et les essais qui suivent dans la séquence. En conséquence, pour la commodité des essais et avec l'accord du fabricant, ces essais peuvent être effectués sur des échantillons neufs séparés et omis dans la séquence correspondante. Cela n'est applicable que pour les essais suivants lorsqu'ils sont prescrits:

Paragraphe 8.3.3.4.1, point 7) de la CEI 60947-1 : Vérification des lignes de fuite;

Paragraphe 8.2.4 de la CEI 60947-1 : Propriétés mécaniques des bornes;

Annexe C de la CEI 60947-1 : Degrés de protection du matériel sous enveloppe.

Les séquences d'essais doivent être les suivantes.

a) Séquence d'essais 1

   1) vérification de l'échauffement (voir 9.3.3.3)

   2) vérification du fonctionnement et des limites de fonctionnement (voir 9.3.3.1 et 9.3.3.2)

   3) vérification des propriétés diélectriques (voir 9.3.3.4)

b) Séquence d'essais 2

   1) vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure et de l'aptitude à la commutation et à l'inversion du sens de marche, s'il y a lieu (voir 9.3.3.5)

   2) vérification du fonctionnement conventionnel en service (voir 9.3.3.6)

c) Séquence d'essais 3

   vérification du fonctionnement en condition de court-circuit (voir 9.3.4)

d) Séquence d'essais 4 (applicable aux contacteurs seulement)

   vérification de la tenue aux courants de surcharge (voir 9.3.5)

e) Séquence d'essais 5

   1) vérification des propriétés mécaniques des bornes (voir 8.2.4 de la CEI 60947-1:2007, 9.2.1 et 9.2.2);

   2) vérification du degré de protection des contacteurs et des démarreurs sous enveloppe (voir Annexe C de la CEI 60947-1).

Aucun des essais ne doit provoquer de défaillance.

9.3.2 Conditions générales d'essai

Le 8.3.2 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

La sélection des échantillons à soumettre aux essais pour une série d'appareils avec la même configuration de base et sans différence significative de construction doit être fondée sur une appréciation technique.

À l'exception des appareils de caractéristiques spécifiquement prévues pour une seule fréquence, les essais réalisés à 50 Hz sont considérés comme couvrant les applications à 60 Hz et vice-versa.

Sauf spécification contraire dans le paragraphe d'essai correspondant, le couple de serrage des connexions doit être celui spécifié par le fabricant ou, s'il n'est pas spécifié, le couple donné dans le Tableau 4 de la CEI 60947-1.

9.3.3 Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge

9.3.3.1 Manœuvre

Il faut vérifier que la manœuvre des contacteurs et des démarreurs est conforme aux exigences de 8.2.1.1.2.

L'insensibilité du démarreur à la manœuvre du contacteur est vérifiée en mettant le démarreur sous tension pour atteindre une température de régime, comme indiqué en 8.2.2, et en manœuvrant le contacteur trois fois suivant la séquence normale sans retard intentionnel entre les manœuvres. Le démarreur ne doit pas changer de position sous l'effet de la manœuvre du contacteur.

Lorsque le relais de surcharge a un mécanisme combiné d'arrêt et de réarmement, le mécanisme de réarmement doit être manœuvré, le contacteur étant en position de fermeture, ce qui doit provoquer l'ouverture du contacteur. Lorsque le relais de surcharge possède soit un mécanisme de réarmement seul, soit des mécanismes distincts d'arrêt et de réarmement, le mécanisme de déclenchement doit être manœuvré, le contacteur étant en position de fermeture et le mécanisme de réarmement en position de réarmement, ce qui doit provoquer l'ouverture du contacteur. Ces essais sont destinés à vérifier que le déclenchement en présence de surcharge ne peut être empêché en maintenant le mécanisme de réarmement en position de réarmement.

Dans le cas de démarreurs rotoriques à résistances, des essais doivent être effectués pour vérifier que la temporisation des relais temporisés et le réglage des autres dispositifs de commande de la cadence de démarrage sont dans les limites fixées par le fabricant.

On doit vérifier que la valeur des résistances de démarrage est, pour chaque section, égale aux valeurs indiquées, avec une tolérance de ±10 %.

On doit aussi vérifier que les appareils de connexion du rotor mettent hors circuit les résistances correspondant à chaque section suivant la séquence convenable.

On doit aussi vérifier que les tensions en circuit ouvert aux bornes des prises de l'autotransformateur sont conformes aux valeurs indiquées et que l'ordre des phases aux bornes de sortie du démarreur par autotransformateur à deux étapes est correct aussi bien dans la position démarrage que dans la position MARCHE du démarreur.

9.3.3.2 Limites de fonctionnement

9.3.3.2.1 Matériels fonctionnant avec source de puissance

9.3.3.2.1.1 Généralités

Les contacteurs et les démarreurs doivent être essayés, pour vérifier leur fonctionnement, conformément aux exigences de 8.2.1.2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Les exigences d'essai de retombée du 8.3.3.2.1 de la CEI 60947-1:2007, Amendement 1 s'appliquent.

9.3.3.2.1.2 Consommation de puissance de la bobine

9.3.3.2.1.2.1 Généralités

La puissance de maintien et la puissance d'appel sont toutes deux évaluées sur une bobine de contacteur.

Lorsque des bobines différentes couvrent une plage de tensions, 5 bobines doivent être soumises à essai comme suit:

La bobine ayant la tension d'alimentation de commande assignée la plus basse U_S, la bobine ayant la tension d'alimentation de commande assignée la plus haute U_S, plus 3 bobines estimées représentatives des bobines ayant la puissance de maintien calculée la plus haute, à la discrétion du fabricant.

L'essai doit être effectué à la température ambiante, +23 °C ± 3 °C. L'essai doit être effectué sans aucune charge dans les circuits principaux et auxiliaires. La bobine doit être alimentée par la tension d'alimentation de commande assignée U_S et à la fréquence assignée. Pour une bobine donnée et une plage de tension déclarée, l'essai doit être effectué à la tension la plus élevée à la fréquence respective.

Les valeurs mesurées doivent être obtenues avec une méthode de mesure de valeur efficace couvrant au moins la largeur de bande allant de 0 Hz à 10 kHz et les valeurs de puissance résultantes doivent être données avec une incertitude de mesure meilleure que 5 %.

9.3.3.2.1.2.2 Puissance de maintien pour les électro-aimants classiques et commandés électroniquement

La mesure du courant *I* de la bobine (i) doit être effectuée après avoir alimenté la bobine et après que celle-ci ait atteint une température stable.

La consommation de puissance de maintien est définie comme suit:

$S_{h(i)} = U_{s(i)} \times I_{(i)}$ [VA] pour un contacteur commandé par un courant alternatif;

$P_{c(i)} = U_{s(i)} \times I_{(i)}$ [W] pour un contacteur commandé par un courant continu.

La valeur publiée doit être égale à la valeur moyenne des 5 bobines soumises à essai.

$S_h = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)})/5$ [VA] respectivement $P_c = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)})/5$ [W]

NOTE La dissipation de puissance d'un contacteur commandé par un courant alternatif peut également s'exprimer en [W], en tenant compte du facteur de puissance.

9.3.3.2.1.2.3 Puissance d'appel pour un contacteur commandé par un courant alternatif ou un contacteur commandé par un courant continu avec des enroulements séparés d'appel et de maintien

La mesure d'appel doit être effectuée juste après la mesure du courant de maintien (voir 9.3.3.2.1.2.1).

La mesure du courant *I* de la bobine (i) doit être effectuée juste après que la bobine n'est plus alimentée, que le contacteur a été maintenu dans la position Arrêt et de nouveau alimentée.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

La consommation de puissance d'appel est définie comme suit:

$S_{p(i)} = U_s \times I_{(i)}$ [VA] pour un contacteur commandé par un courant alternatif;

$P_{p(i)} = U_s \times I_{(i)}$ [W] pour un contacteur commandé par un courant continu avec des enroulements d'appel et de maintien séparés.

La valeur publiée doit être égale à la valeur moyenne des 5 bobines soumises à essai.

$S_p = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)})/5$ [VA] respectivement $P_p = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)})/5$ [W]

NOTE Sauf mention contraire dans la documentation du fabricant, pour un contacteur classique commandé par un courant continu, la puissance d'appel est égale à la puissance de maintien.

9.3.3.2.1.2.4 Puissance d'appel pour un électro-aimant commandé électroniquement

A l'étude.

9.3.3.2.1.3 Impédance des pôles

L'impédance des pôles doit être déterminée pendant l'essai et dans les conditions indiquées en 9.3.3.3.4. L'essai dans une enveloppe n'est pas jugé nécessaire, même si le contacteur peut être utilisé dans une enveloppe individuelle.

La chute de tension U_d doit être mesurée entre les bornes de ligne et de charge (bornes incluses) du contacteur, de préférence en même temps que la mesure de l'échauffement.

L'impédance par pôle est définie comme suit:

$Z = U_d/I_{th}$ [Ω]

Il convient de veiller à ce que la mesure de la chute de tension n'ait pas d'influence significative sur l'échauffement et n'ait pas d'influence significative sur l'impédance.

NOTE La méthode est la même, quel que soit le nombre de pôles du contacteur.

9.3.3.2.2 Relais et déclencheurs

a) Fonctionnement des relais et déclencheurs à minimum de tension

~~Les relais ou déclencheurs à minimum de tension doivent être essayés pour vérifier qu'ils satisfont aux exigences de 8.2.1.3. Chaque limite doit être vérifiée trois fois.~~

~~Pour l'essai de retombée, la tension doit être réduite de la valeur assignée à zéro en 1 min environ, à une cadence uniforme.~~

Les relais ou déclencheurs à minimum de tension doivent être essayés pour vérifier qu'ils satisfont aux exigences du 8.2.1.3. Lorsqu'il est associé à un appareil de commutation, le déclencheur doit être adapté à l'appareil de commutation ayant le courant maximal assigné pour lequel le déclencheur convient.

1) Tension de retombée

La tension doit être réduite de la valeur assignée à zéro en 30 s environ.

L'essai pour la limite inférieure est effectué sans préchauffage préalable de la bobine du déclencheur. Pour un déclencheur ayant une plage de tensions d'alimentation de commande assignées, cet essai s'applique à la tension maximale de la gamme. Lorsqu'il est associé à un appareil de commutation, l'essai pour la limite inférieure est réalisé sans courant dans le circuit principal.

L'essai pour la limite supérieure est effectué en partant d'une température constante correspondant à l'application de la tension d'alimentation de commande assignée au

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

déclencheur et au courant assigné dans les pôles principaux. Cet essai peut être combiné avec l'essai d'échauffement du 9.3.3.3. Pour un déclencheur ayant une plage de tensions d'alimentation de commande assignées, cet essai est réalisé à la tension d'alimentation de commande assignée minimale.

2) Essai pour les limites de fonctionnement en cas d'association avec un appareil de commutation.

En partant du circuit principal ouvert, à la température de la salle d'essai et avec la tension d'alimentation égale à 35 % de la tension d'alimentation de commande maximale assignée, on doit vérifier que l'appareil de commutation ne peut pas être fermé par la manœuvre de son actionneur. Lorsque la tension d'alimentation est augmentée jusqu'à 85 % de la tension minimale d'alimentation de commande, on doit vérifier que l'appareil de commutation peut être fermé par la manœuvre de son actionneur.

3) Performance dans des conditions de surtension

Lorsqu'il est associé à un appareil de commutation, l'essai est réalisé sans courant dans le circuit principal. L'essai à 110 % de la tension d'alimentation assignée doit être effectué pendant 30 min ou jusqu'à ce que la température ait atteint un équilibre thermique et sans influer sur son fonctionnement. La vérification doit être effectuée selon 2) ci-dessus.

b) Déclencheurs à bobine en dérivation

~~Les déclencheurs à bobine en dérivation doivent être essayés pour vérifier qu'ils satisfont aux exigences de 8.2.1.4. Leur fonctionnement doit être vérifié à 70 % et 110 % de la tension assignée dans toutes les conditions de fonctionnement du démarreur.~~

Les déclencheurs à bobine en dérivation doivent être essayés pour vérifier qu'ils satisfont aux exigences du 8.2.1.4 à la température ambiante. Lorsqu'il est associé à un appareil de commutation, le déclencheur doit être adapté à l'appareil de commutation ayant le courant assigné maximum auquel est adapté le déclencheur.

Pour un déclencheur ayant une plage de tensions d'alimentation de commande assignées, les tensions d'essai doivent être égales à 70 % de la tension d'alimentation de commande assignée minimale et à 110 % de la tension d'alimentation de commande assignée maximale.

c) Relais thermiques de surcharge, relais électroniques de surcharge et relais de surcharge magnétiques temporisés

Les relais de surcharge et les démarreurs doivent être raccordés avec des conducteurs conformes aux Tableaux 9, 10 et 11 de la CEI 60947-1 pour des courants d'essai correspondant à:

– 100 % du courant de réglage du relais de surcharge pour les relais de surcharge de classes de déclenchement 2, 3, 5 et 10 A pour tous les types de relais de surcharge (voir Tableau 2) et 10, 20, 30 et 40 pour les types de relais électroniques de surcharge;
– 125 % du courant de réglage du relais de surcharge pour les relais thermiques de surcharge de classes de déclenchement 10, 20, 30 et 40 (voir Tableau 2) et pour les relais de surcharge pour lesquels un temps de déclenchement maximal supérieur à 40 s est spécifié (voir 5.7.3).

Il doit être vérifié que les relais et les déclencheurs fonctionnent conformément aux exigences de 8.2.1.5.1 avec tous les pôles chargés.

Les caractéristiques définies en 8.2.1.5.1 doivent être vérifiées à −5 °C, +20 °C, +40 °C. En outre toute caractéristique durée-courant déclarée hors du domaine -5°C, +40°C doit être vérifiée aux températures minimale et maximale. Cependant, pour les relais ou déclencheurs déclarés compensés pour la température ambiante dont le domaine de température déclaré par le fabricant est hors de celui donné au Tableau 3, il n'est pas nécessaire de vérifier les caractéristiques à -5 °C et/ou +40 °C dans le cas où elles ont été vérifiées aux températures minimale et maximale déclarées et que les valeurs correspondantes de courant de déclenchement sont à l'intérieur des limites spécifiées dans cette figure pour –5 °C et/ou +40 °C au Tableau 3.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Pour les relais électroniques de surcharge, l'essai de vérification de la mémoire thermique de 8.2.1.5.1.2 doit être effectué à +20 °C.

Les relais thermiques ou électroniques de surcharge tripolaires chargés sur deux pôles seulement doivent être essayés comme indiqué en 8.2.1.5.2 sur toutes les combinaisons de pôles et, dans le cas des relais à courant de réglage ajustable, aux valeurs maximale et minimale du courant de réglage.

d) Relais de surcharge magnétiques instantanés

Chaque relais doit être essayé séparément. Le courant traversant le relais doit être augmenté à une cadence permettant une lecture précise. Les valeurs doivent être celles indiquées en 8.2.1.5.3.

e) Relais à minimum de courant

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.4.1.

f) Relais à minimum de courant en commutation automatique

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.4.2.

g) Relais de calage

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.5.

Pour les relais de calage à détection de courant, la vérification doit être effectuée pour les valeurs minimale et maximale du courant de réglage et pour les temps d'inhibition de calage minimal et maximal (quatre réglages).

Pour les relais de calage fonctionnant en conjonction avec un dispositif de détection de rotation, la vérification doit être effectuée pour les temps d'inhibition de calage minimal et maximal. Le capteur peut être simulé par un signal approprié sur l'entrée capteur du relais de calage.

h) Relais de blocage

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.6.

La vérification doit être effectuée pour les valeurs minimale et maximale du courant de réglage et pour les temps d'inhibition de blocage minimal et maximal (quatre réglages).

Pour chacun des quatre réglages, l'essai doit être effectué dans les conditions suivantes:

- appliquer un courant d'essai égal à 95 % de la valeur du courant de réglage. Le relais de blocage ne doit pas déclencher;
- augmenter le courant d'essai à 120 % de la valeur du courant de réglage. Le relais de blocage doit déclencher conformément aux exigences indiquées en 8.2.1.5.6.

9.3.3.3 Échauffement

9.3.3.3.1 Température de l'air ambiant

Le 8.3.3.3.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.3.3.2 Mesure de la température des organes

Le 8.3.3.3.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.3.3.3 Échauffement d'un organe

Le 8.3.3.3.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.3.3.4 Essai d'échauffement du circuit principal

Le 8.3.3.3.4 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant. Le circuit principal doit être alimenté comme indiqué en 8.2.2.4.

Tous les circuits auxiliaires parcourus normalement par du courant doivent être alimentés à la valeur maximale de leur courant assigné d'emploi (voir 5.6) et les circuits de commande doivent être alimentés à leurs tensions assignées.

Le démarreur doit être équipé d'un relais de surcharge répondant aux dispositions de 5.7.4 et choisi comme suit:

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

– Relais non réglable

Le courant de réglage doit être égal au courant maximal d'emploi du démarreur et l'essai doit être effectué à ce courant.

– Relais réglable

Le courant de réglage maximal doit être celui qui est le plus proche du courant maximal d'emploi du démarreur, sans dépasser celui-ci.

L'essai doit être effectué avec le relais de surcharge pour lequel le courant de réglage est le plus proche du maximum de son échelle.

NOTE 1 La méthode de sélection décrite ci-dessus est conçue pour s'assurer que l'échauffement des bornes du relais de surcharge raccordées sur le site et la puissance dissipée par le démarreur ne sont pas inférieurs à ceux qui auraient lieu avec toute combinaison d'un relais et d'un contacteur. Dans les cas où l'influence du relais de surcharge sur ces valeurs n'est pas significative (par exemple cas des relais électroniques de surcharge), le courant d'essai doit toujours être le courant maximal d'emploi du démarreur.

Pour un matériel destiné à être utilisé avec la catégorie d'emploi AC-6b, le courant d'essai pour l'essai d'échauffement doit être égal à 1,35 fois I_e (courant capacitif assigné). I_e doit être calculé comme suit:

– $I_e = Q$ (var)/U_e pour une valeur assignée monophasée, où U_e est la tension assignée minimale;

– $I_e = Q$ (var)/($U_e \times \sqrt{3}$) pour une valeur assignée triphasée, où U_e est la tension assignée minimale.

NOTE 2 Ce calcul est conforme aux exigences de la CEI 60381-1.

L'essai doit être effectué avec une section de conducteur basée sur 1,35 fois I_e (courant capacitif assigné).

9.3.3.3.5 Échauffement des circuits de commande

Le 8.3.3.3.5 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

L'échauffement doit être mesuré au cours de l'essai de 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.6 Échauffement des bobines et des électro-aimants

Le 8.3.3.3.6 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

On estime que la bobine ayant la consommation de puissance la plus élevée à une fréquence donnée en courant alternatif ou en courant continu selon 9.3.3.2.1.2.1 est représentative de toutes les bobines, pour le même contacteur et elle doit être utilisée pour l'essai d'échauffement.

a) Les électro-aimants des contacteurs ou des démarreurs prévus pour un service ininterrompu ou un service de 8 h ne doivent être soumis qu'à l'essai prescrit en 8.2.2.7.1, le circuit principal étant parcouru par le courant assigné correspondant pendant toute la durée de l'essai. L'échauffement doit être mesuré au cours de l'essai de 9.3.3.3.4.

b) Les électro-aimants des contacteurs ou des démarreurs prévus pour un service intermittent doivent être soumis à l'essai indiqué ci-dessus, ainsi qu'à l'essai prescrit pour leur classe de service en 8.2.2.7.2, en l'absence de courant dans le circuit principal.

c) Les enroulements spéciaux (pour service temporaire et périodique) doivent être essayés comme indiqué en 8.2.2.7.3, le circuit principal n'étant parcouru par aucun courant.

9.3.3.3.7 Échauffement des circuits auxiliaires

Le 8.3.3.3.7 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

L'échauffement doit être mesuré au cours de l'essai de 9.3.3.3.4.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.3.3.3.8 Échauffement des résistances de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances

L'échauffement des résistances ne doit pas dépasser les limites spécifiées au Tableau 3 de la CEI 60947-1 quand on fait fonctionner le démarreur à son service assigné (voir 5.3.4) et selon ses caractéristiques de démarrage (voir 5.3.5.5.1).

Le courant traversant chaque section des résistances doit être thermiquement équivalent au courant pendant la durée de démarrage quand le moteur commandé fonctionne avec le couple de démarrage maximal et la durée de démarrage correspondant aux caractéristiques assignées du démarreur (voir 5.3.4 et 5.3.5.5.1); dans la pratique, la valeur I_m de courant peut être employée.

Les manœuvres de démarrage doivent être espacées de façon égale dans le temps selon le nombre de démarrages par heure.

Les échauffements des enveloppes et de l'air à sa sortie ne doivent pas dépasser les limites spécifiées au Tableau 3 de la CEI 60947-1.

NOTE Il est pratiquement impossible d'essayer les performances des résistances de démarrage pour chaque combinaison de puissance de moteur et de tension et de courant rotoriques; il convient seulement d'effectuer un nombre suffisant d'essais pour prouver, par interpolation ou par déduction, la conformité à la présente norme.

9.3.3.3.9 Échauffement de l'autotransformateur pour les démarreurs par autotransformateur à deux étapes

L'échauffement de l'autotransformateur ne doit pas dépasser les limites spécifiées au Tableau 5 majorées de 15 ~~%~~ K (voir 8.2.2) et celles spécifiées au Tableau 3 de la CEI 60947-1:2007, quand on fait fonctionner le démarreur à son service assigné (voir 5.3.4).

Le courant traversant chaque enroulement de l'autotransformateur doit être thermiquement équivalent au courant supporté lorsque le moteur commandé fonctionne au courant de démarrage maximal et avec la durée maximale de démarrage correspondant aux caractéristiques assignées du démarreur (voir 5.3.5.5.3); on admet que cette condition est remplie si le courant fourni par l'autotransformateur pendant la durée du démarrage est égal au courant maximal de démarrage spécifié en 5.3.5.5.3 multiplié par:

$$0{,}8 \times \frac{\text{tension de démarrage}}{U_e} \quad \text{(voir 5.3.1.4)}$$

Les cycles de manœuvres doivent être espacés de façon égale dans le temps selon le nombre de démarrages par heure (voir 5.3.4.3).

Dans le cas de deux cycles de manœuvres consécutifs (voir 5.3.4.3), l'échauffement de l'autotransformateur peut dépasser la valeur maximale fixée en 8.2.2 mais il ne doit en résulter aucun dommage pour l'autotransformateur.

Dans le cas où l'autotransformateur possède plusieurs jeux de prises, l'essai doit être effectué sur les prises donnant lieu aux pertes les plus élevées dans le transformateur; sa durée doit être suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur constante.

Afin de faciliter l'essai, on peut utiliser des impédances connectées en étoile à la place du moteur.

9.3.3.4 Propriétés diélectriques

Le 8.3.3.4 de la CEI 60947-1 est applicable avec les modifications suivantes.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.3.3.4.1 Essais de type

Le 8.3.3.4.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec l'ajout

– des phrases suivantes, à la fin du point 1):

  La feuille métallique doit être appliquée sur toutes les surfaces là où celles-ci risquent d'être touchées par des personnes pendant le fonctionnement normal ou le réglage du matériel, et lorsque de telles surfaces peuvent être aussi touchées avec le doigt d'épreuve normalisé.

  La feuille métallique ne doit pas être appliquée pour la vérification de la tenue à fréquence industrielle après les essais de commutation et de court-circuit.

– de la phrase suivante, après le deuxième alinéa du point 2) b):

  Les circuits d'un contacteur ou d'un démarreur comprenant des dispositifs qui ont été soumis à des tensions d'essai U_{imp} inférieures à celles spécifiées en 7.2.3.1 de la CEI 60947-1 et en 8.3.3.4.2 de la CEI 60947-1 peuvent être déconnectés pour l'essai, selon les instructions du fabricant.

– de la phrase suivante, après l'alinéa du point 2) c) ii):

  Lorsque le circuit de commande normalement raccordé au circuit principal est déconnecté (conformément à 8.3.3.4.1 de la CEI 60947-1, point 2) b)), la méthode utilisée pour maintenir les contacts principaux fermés doit être indiquée dans le rapport d'essai.

– de la phrase suivante, à la fin de 8.3.3.4.1 de la CEI 60947-1, point 8):

  Pour les appareils aptes au sectionnement, le courant de fuite doit être mesuré à travers chaque pôle, les contacts étant en position d'ouverture, et la valeur du courant de fuite ne doit pas dépasser 0,5 mA sous une tension d'essai de 1,1 U_e.

La vérification de la tension de tenue aux chocs entre les contacts ouverts n'est pas requise pour les appareils non aptes au sectionnement (voir 8.3.3.4.1, point 2) c) iv) de la CEI 60947-1).

9.3.3.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Le 8.3.3.5 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

9.3.3.5.1 Conditions générales d'essai

Les essais doivent être effectués dans les conditions de fonctionnement indiquées au Tableau 7, sans défaillance, voir 9.3.3.5.5 f).

La tension d'alimentation de commande doit être égale à 100 % de U_S sauf que, pour l'essai d'établissement seul dans le cas des catégories d'emploi AC-3 et AC-4, la tension d'alimentation de commande doit être égale à 110 % du U_S pour la moitié des cycles de manœuvres et à 85 % de U_S pour l'autre moitié.

NOTE S'il n'y a pas de différence entre U_s et U_c, l'essai doit alors être effectué en conséquence avec U_c.

Les connexions du circuit principal doivent être semblables à celles qui sont prévues lorsque le contacteur ou le démarreur est en service. En cas de nécessité ou pour des raisons de commodité, les circuits de commande et les circuits auxiliaires, et en particulier la bobine du contacteur ou du démarreur, peuvent être alimentés par une source indépendante. Une telle source doit fournir la même nature de courant et la même tension que celles spécifiées pour les conditions de service.

Le relais de surcharge et le DPCC du démarreur peuvent être court-circuités pour les essais des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.3.3.5.2 Circuit d'essai

Le 8.3.3.5.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.3.5.3 Caractéristique de la tension transitoire de rétablissement

Le 8.3.3.5.3 de la CEI 60947-1 est applicable aux catégories d'emploi AC-2, AC-3, AC-4, AC-8a et AC-8b (voir Tableau 1).

Il n'est pas nécessaire de régler le facteur γ ni la fréquence d'oscillation pour les essais relatifs au seul pouvoir de fermeture (AC-3 et AC-4).

9.3.3.5.4 Vacant

~~Le 8.3.3.5.4 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.~~

~~Les surtensions de manœuvre doivent être vérifiées côté charge et entre phases pour les appareils multipolaires, et aux bornes de la charge pour les appareils unipolaires.~~

~~Les modalités d'essai sont à l'étude.~~

9.3.3.5.5 Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

Si le contacteur d'un démarreur a satisfait séparément aux exigences du point a) ci-après pour la catégorie d'emploi du démarreur, il n'est pas nécessaire de faire subir cet essai au démarreur.

a) Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure des contacteurs

   Un contacteur doit établir et couper le courant correspondant à sa catégorie d'emploi pour le nombre de cycles de manœuvres indiqué au Tableau 7. Voir aussi le point d) ci-après pour les contacteurs-inverseurs.

   Les contacteurs des catégories d'emploi AC-3 et AC-4 doivent être soumis à 50 manœuvres de fermetures seules suivies de 50 manœuvres de fermeture et d'ouverture.

b) Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure des démarreurs directs et des démarreurs à deux sens de marche (AC-3) et des appareils de connexion du stator des démarreurs rotoriques à résistances (AC-2)

   Le démarreur doit établir et couper le courant correspondant à sa catégorie d'emploi pour le nombre de cycles de manœuvres indiqué au Tableau 7.

   Les démarreurs de catégorie d'emploi AC-3 doivent être soumis à 50 manœuvres de fermeture seule suivies de 50 manœuvres de fermeture et d'ouverture.

c) Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure et aptitude à la commutation des démarreurs étoile-triangle (AC-3) et des démarreurs par autotransformateur à deux étapes (AC-3)

   Le démarreur doit établir et couper les courants correspondant à sa catégorie d'emploi figurant au Tableau 7.

   Les démarreurs seront d'abord soumis, en position de démarrage et en position MARCHE ou triangle, à 50 manœuvres de fermeture seule, le courant étant coupé par un appareil de connexion distinct.

   Le démarreur doit être ensuite soumis à 50 manœuvres de fermeture et de coupure. Chaque cycle de manœuvres doit comprendre les séquences suivantes:

   – établir le courant en position de démarrage ou en position étoile;
   – couper le courant en position de démarrage ou en position étoile;
   – établir le courant en position MARCHE ou en position triangle;
   – couper le courant en position MARCHE ou en position triangle;
   – période de repos.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Le circuit de charge doit être raccordé au démarreur de la même façon que les enroulements d'un moteur. Le courant assigné d'emploi du démarreur (I_e) est le courant en position MARCHE ou triangle.

NOTE Dans le cas des démarreurs étoile-triangle, il est important que les courants d'essai soient mesurés en étoile et en triangle car l'impédance de l'alimentation a un effet significatif sur le rapport de transformation.

Lorsqu'un transformateur dispose de plus d'une tension de sortie, il doit être connecté de manière à fournir la tension de démarrage la plus élevée.

La durée de passage du courant dans la position de démarrage et la position MARCHE et la durée de repos doivent être celles indiquées au Tableau 7.

d) Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure des démarreurs directs et des démarreurs-inverseurs (AC-4)

Les démarreurs doivent pouvoir établir et couper les courants donnés au Tableau 7.

On doit effectuer d'abord 50 manœuvres de fermeture, le courant étant coupé par un appareil de connexion distinct, suivies de 50 manœuvres de fermeture et d'ouverture.

Le circuit de charge doit être raccordé au démarreur de la même façon que les enroulements d'un moteur.

Pour les démarreurs comprenant deux contacteurs, deux contacteurs A et B doivent être utilisés et raccordés comme en usage normal. Chaque séquence de 50 manœuvres doit être:

fermeture de A – ouverture de A –
fermeture de B – ouverture de B – période de repos

La commutation de l'ouverture de A à la fermeture de B doit être effectuée aussi vite que le permet le système normal de commande.

Les dispositifs de verrouillage mécanique ou électrique disposés dans le démarreur ou prévus pour associer des contacteurs comme dispositifs d'inversion du sens de marche doivent être utilisés.

Si la disposition du circuit d'inversion de sens de marche est telle que les deux contacteurs peuvent être mis simultanément sous tension, on doit effectuer dix séquences supplémentaires en actionnant simultanément les deux contacteurs.

e) Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure des appareils de connexion du rotor d'un démarreur rotorique à résistances

La vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des appareils de connexion du rotor doit être effectuée comme indiqué en 9.3.3.5.5 b) pour la catégorie AC-2 où $I_e = I_{er}$, valeur maximale du courant assigné rotorique pour lequel le démarreur est prévu. $U_e = U_{er}$ (tension assignée rotorique d'emploi) et U/U_e doit être égal à 0,8. Le facteur de puissance doit être égal à 0,95. Les résistances de démarrage peuvent être débranchées pour ces essais et, pour les démarreurs à plus de deux étapes, l'essai doit être effectué sur chaque appareil de connexion à tour de rôle. Etant donné que les appareils de connexion du rotor ne coupent ni n'établissent le courant à la pleine tension rotorique dans le cas des démarreurs à plus de deux étapes, la tension pour ces essais peut être réduite dans le rapport:

$$\frac{\text{résistance de démarrage commutée}}{\text{résistance de démarrage totale}}$$

Si un démarreur est connecté de telle sorte que l'interrupteur du stator ouvre le circuit avant que s'ouvrent les appareils de connexion du rotor, il n'est pas nécessaire de vérifier le pouvoir de coupure.

Les appareils de connexion du rotor ayant déjà satisfait aux exigences correspondant à celles indiquées ci-dessus n'ont pas à être soumis à un nouvel essai.

f) Comportement et état du contacteur ou du démarreur pendant et après les essais de pouvoir de fermeture et de coupure, de commutation et d'inversion du sens de marche

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Au cours des essais effectués dans les limites des pouvoirs de coupure et de fermeture de 9.3.3.5 et pendant la vérification du fonctionnement en service de 9.3.3.6.1 à 9.3.3.6.6, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles, ni fusion de l'élément fusible inséré dans le circuit de terre (voir 9.3.3.5.2), ni soudure des contacts. Les contacts doivent fonctionner lorsque le contacteur ou le démarreur est manœuvré par le mode de commande convenable.

9.3.3.6 Aptitude au fonctionnement en service

Le 8.3.3.6 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants.

Les essais relatifs à la vérification du fonctionnement conventionnel en service sont destinés à vérifier qu'un contacteur ou un démarreur est capable de répondre aux exigences du Tableau 10.

Les connexions du circuit principal doivent être semblables à celles qui sont prévues lorsque le contacteur ou le démarreur est en service.

Le relais de surcharge et le DPCC du démarreur peuvent être court-circuités pour ces essais.

Le circuit d'essai mentionné en 9.3.3.5.2 est applicable et la charge est à accorder conformément à 9.3.3.5.3.

La tension de commande doit être la tension assignée d'alimentation de commande.

Si le contacteur d'un démarreur a satisfait séparément aux exigences de 9.3.3.6.1 pour la catégorie d'emploi du démarreur, il n'est pas nécessaire de faire subir cet essai au démarreur.

9.3.3.6.1 Fonctionnement conventionnel en service des contacteurs

Le contacteur doit établir et couper le courant correspondant à sa catégorie d'emploi pour le nombre de cycles de manœuvres indiqué au Tableau 10. Voir aussi 9.3.3.6.4.

9.3.3.6.2 Fonctionnement conventionnel en service des démarreurs directs et des démarreurs à deux sens de marche (AC-3) et des appareils de connexion du stator des démarreurs rotoriques à résistances (AC-2)

Le démarreur doit établir et couper le courant correspondant à sa catégorie d'emploi pour le nombre de cycles de manœuvres indiqué au Tableau 10.

9.3.3.6.3 Fonctionnement conventionnel en service des démarreurs étoile-triangle (AC-3) et des démarreurs par autotransformateur à deux étapes (AC-3)

Le démarreur doit établir et couper le courant correspondant à sa catégorie d'emploi pour le nombre de cycles de manœuvres indiqué au Tableau 10.

Les modalités d'essai doivent être celles fixées en 9.3.3.5.5, point c), sauf que l'on n'effectue pas les 50 manœuvres de fermeture seule.

9.3.3.6.4 Fonctionnement conventionnel en service des démarreurs directs et des démarreurs-inverseurs (AC-4)

Le démarreur doit établir et couper le courant correspondant à sa catégorie d'emploi pour le nombre de cycles de manœuvres indiqué au Tableau 10.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Les modalités d'essai doivent être celles fixées en 9.3.3.5.5, point d), sauf que l'on n'effectue pas les 50 manœuvres de fermeture seule et les 10 séquences supplémentaires de mise simultanée sous tension.

9.3.3.6.5 Fonctionnement conventionnel en service des appareils de connexion du rotor d'un démarreur rotorique à résistances

La vérification du fonctionnement conventionnel en service des appareils de connexion du rotor doit être effectuée comme indiqué en 9.3.3.6.1 pour la catégorie AC-2 figurant au Tableau 10.

Les modalités d'essai doivent être celles fixées en 9.3.3.5.5, point e).

9.3.3.6.6 Comportement du contacteur ou du démarreur pendant les essais de fonctionnement conventionnel en service et état du contacteur ou du démarreur après les essais

Les exigences de 9.3.3.5.5, point f), doivent être satisfaites, puis la vérification de la tenue à fréquence industrielle selon 8.3.3.4.1, point 4), de la CEI 60947-1 doit être effectuée.

Pour les appareils aptes au sectionnement, le courant de fuite doit être mesuré à travers chaque pôle, les contacts étant en position d'ouverture, et la valeur du courant de fuite ne doit pas dépasser 2 mA sous une tension d'essai de 1,1 U_e.

Pour les matériels équipés de contacts miroirs, l'essai supplémentaire de F.7.3 doit être effectué.

9.3.4 Fonctionnement en condition de court-circuit

Ce paragraphe spécifie les conditions d'essai pour vérifier la conformité aux exigences de 8.2.5.1. Les exigences particulières concernant les modalités d'essai, les séquences d'essais, l'état du matériel après les essais et les types de coordination sont données en 9.3.4.1 et 9.3.4.2.

9.3.4.1 Conditions générales pour les essais de court-circuit

9.3.4.1.1 Exigences générales pour les essais de court-circuit

Le 8.3.4.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec la modification suivante.

~~Si les appareils soumis aux essais à l'air libre peuvent aussi être utilisés dans des enveloppes individuelles, ils doivent aussi être soumis aux essais dans la plus petite de telles enveloppes comme indiqué par le fabricant. Pour les appareils qui sont soumis aux essais seulement à l'air libre, des informations doivent être fournies pour indiquer qu'ils ne sont pas adaptés à une utilisation dans une enveloppe individuelle.~~

Si les appareils soumis aux essais à l'air libre peuvent aussi être utilisés dans des enveloppes individuelles, ils doivent aussi être soumis aux essais dans la plus petite de telles enveloppes comme indiqué par le fabricant. Pour les appareils qui sont soumis aux essais seulement à l'air libre, des informations doivent être fournies pour indiquer qu'ils n'ont pas été évalués pour une utilisation dans une enveloppe individuelle.

NOTE Une enveloppe individuelle est une enveloppe conçue et dimensionnée pour contenir un seul appareil (démarreur, etc.).

L'enveloppe individuelle doit être conforme aux spécifications du fabricant. Si plusieurs options d'enveloppes sont proposées, c'est l'enveloppe individuelle avec le volume le plus faible qui doit être prise.

Les ensembles déplaçables et fixes en enveloppe sont essayés selon la CEI 61439-1.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.3.4.1.2 Circuit d'essai pour la vérification des caractéristiques assignées en court-circuit

Le 8.3.4.1.2 de la CEI 60947-1 est applicable, sauf que, pour la coordination du type «1», l'élément fusible F et la résistance R_L sont remplacés par un fil solide de 6 mm² de section et de 1,2 m à 1,8 m de long, raccordé au neutre ou, avec l'accord du fabricant, à l'une des phases.

NOTE Cette section plus élevée du conducteur ne sert pas à détecter le courant de défaut, mais à établir une condition «de mise à la terre» permettant d'évaluer les défaillances.

9.3.4.1.3 Facteur de puissance du circuit d'essai

Le 8.3.4.1.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

Si l'on utilise le Tableau 17, le facteur de puissance est indiqué dans ce Tableau 17.

9.3.4.1.4 Constante de temps du circuit d'essai

Le 8.3.4.1.4 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.4.1.5 Étalonnage du circuit d'essai

Le 8.3.4.1.5 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.4.1.6 Procédure d'essai

Le 8.3.4.1.6 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants.

Le contacteur ou le démarreur et son DPCC associé, ou le combiné de démarrage, le combiné d'appareils de connexion, le démarreur protégé ou l'appareil de connexion protégé, doivent être montés et raccordés comme en utilisation normale. Ils doivent être reliés au circuit d'essai par un câble (correspondant au courant d'emploi du démarreur) d'une longueur maximale de 2,4 m pour chaque circuit principal.

Si le DPCC ne fait pas partie du démarreur, il doit être raccordé à celui-ci par le câble précisé ci-dessus. (La longueur totale du câble ne doit pas dépasser 2,4 m.)

On estime que les essais en courant triphasé sont valables pour les emplois en courant monophasé.

9.3.4.1.7 Vacant

9.3.4.1.8 Interprétation des enregistrements

Le 8.3.4.1.8 de la CEI 60947-1 s'applique.

9.3.4.2 Courant de court-circuit conditionnel des contacteurs, des démarreurs, des combinés de démarrage, des combinés d'appareils de connexion, des démarreurs protégés et des appareils de connexion protégés

Le contacteur ou le démarreur et le DPCC associé, ou le combiné de démarrage, le combiné d'appareils de connexion, le démarreur protégé ou l'appareil de connexion protégé, doivent être soumis aux essais de 9.3.4.2.1 et de 9.3.4.2.2. Les essais doivent être effectués de manière à obtenir les conditions des valeurs maximales de I_e et de U_e pour la catégorie d'emploi AC-3.

Pour un contacteur ou un démarreur à commande électromagnétique, l'électro-aimant doit être maintenu fermé par une alimentation électrique distincte, à la tension assignée d'alimentation de commande U_S. Le DPCC utilisé doit être comme précisé en 8.2.5.1. Si le DPCC est un disjoncteur à courant de réglage ajustable, l'essai doit être effectué avec les

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

valeurs de réglage maximales du disjoncteur pour le type de coordination et la sélectivité déclarés.

Au cours de l'essai, toutes les ouvertures de l'enveloppe doivent être fermées comme en service normal et la porte ou le panneau fermé comme prévu.

Un démarreur répondant à une gamme de valeurs assignées de moteurs et muni de relais de surcharge interchangeables doit être essayé avec le relais de surcharge d'impédance la plus forte et avec celui d'impédance la plus faible, avec les DPCC correspondants.

Pour la coordination de type «1», un nouvel échantillon d'essai peut être utilisé pour chacune des manœuvres prévues en 9.3.4.2.1 et 9.3.4.2.2.

Pour la coordination de type «2», un seul échantillon doit être utilisé pour les essais au courant présumé «*r*» (voir 9.3.4.2.1) et un seul échantillon pour les essais au courant I_q (voir 9.3.4.2.2).

Avec l'accord du fabricant, les essais aux courants *r* et I_q peuvent être effectués sur le même échantillon.

9.3.4.2.1 Essai au courant présumé «*r*»

Le circuit doit être réglé au courant présumé d'essai correspondant au courant assigné d'emploi I_e conformément au Tableau 13 ou de préférence au Tableau 17, à la discrétion du fabricant. Les deux tableaux sont considérés pour l'appareil comme satisfaisant de manière équivalente à la présente norme.

Le contacteur ou le démarreur et le DPCC associé, ou le combiné de démarrage, le combiné d'appareils de connexion, le démarreur protégé ou l'appareil de connexion protégé, doivent ensuite être reliés dans le circuit. La séquence de manœuvres suivante doit être effectuée:

a) une manœuvre de coupure du DPCC doit être effectuée, tous les appareils de connexion étant fermés avant l'essai (fonctionnement «O»);

b) une manœuvre de coupure du DPCC doit être effectuée par la fermeture du contacteur ou du démarreur sur le court-circuit (fonctionnement «CO»).

Tableau 13 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi

Courant assigné d'emploi I_e (AC-3)[a] A	**Courant présumé «*r*»** kA
~~0 <~~ $I_e \leq 16$	1
$16 < I_e \leq 63$	3
$63 < I_e \leq 125$	5
$125 < I_e \leq 315$	10
$315 < I_e \leq 630$	18
$630 < I_e \leq 1\,000$	30
$1\,000 < I_e \leq 1\,600$	42
$1\,600 < I_e$	Par accord entre le fabricant et l'utilisateur

a Lorsqu'il n'est pas attribué de catégorie d'emploi AC-3 au contacteur ou démarreur, le courant de court-circuit présumé «*r*» doit ~~correspondre au courant assigné de fonctionnement le plus élevé parmi les catégories d'emploi annoncées par~~ faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 17 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi (tableau harmonisé)

Courant assigné d'emploi I_e (AC-3) [a, e] A	Courant présumé « *r* » kA [f]	Facteur de puissance
$I_e \leq 12$	1	0,7 - 0,8
$12 < I_e \leq 50$ [b]	3	0,7 - 0,8
$50 < I_e \leq 100$ [c]	5	0,7 - 0,8
$100 < I_e \leq 250$ [d]	10	0,5 - 0,7
$250 < I_e \leq 500$	18	0,2 - 0,3
$500 < I_e \leq 800$	30	0,2 - 0,3
$800 < I_e \leq 1\,300$	42	0,2 - 0,3
$1\,300 < I_e$	Par accord entre le fabricant et l'utilisateur.	0,2 - 0,3

[a] Lorsqu'il n'est pas attribué de catégorie d'emploi AC-3 au contacteur ou démarreur, le courant de court-circuit présumé « *r* » doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

[b] à 690 V et au-dessus: $12 < I_e \leq 63$

[c] à 690 V et au-dessus: $63 < I_e \leq 125$

[d] à 690 V et au-dessus: $125 < I_e \leq 250$

[e] En Amérique du Nord, le courant assigné d'emploi peut être marqué “motor full load current”.

[f] En Amérique du Nord, le courant présumé « *r* » peut être appelé “standard fault current”.

~~Le facteur de puissance ou la constante de temps doivent être conformes au 8.3.4.1.4 de la CEI 60947-1.~~

NOTE Le Tableau 17 a été ajouté à des fins d'harmonisation avec UL 60947-4-1 et il est équivalent à UL 60947-4-1.

9.3.4.2.2 Essai au courant assigné de court-circuit conditionnel I_q

NOTE Cet essai est effectué si le courant I_q est supérieur au courant «*r*».

Le circuit doit être réglé au courant de court-circuit présumé I_q égal au courant assigné de court-circuit conditionnel.

Si le DPCC est un fusible et si le courant d'essai se situe dans le domaine de limitation de courant du fusible, le fusible doit alors être, si possible, choisi pour admettre le courant coupé limité maximal de crête (I_p) et l'énergie maximale du courant coupé limité (I^2t).

Le contacteur ou le démarreur et le DPCC associé, ou le combiné de démarrage, le combiné d'appareils de connexion, le démarreur protégé ou l'appareil de connexion protégé, doivent ensuite être reliés au circuit.

La séquence de manœuvres suivante doit être effectuée:

a) une manœuvre de coupure du DPCC doit être effectuée, tous les appareils de connexion étant fermés (fonctionnement «O») avant l'essai.

b) une manœuvre de coupure du DPCC doit être effectuée par la fermeture du contacteur (fonctionnement «CO») ou du démarreur sur le court-circuit.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

c) dans le cas d'un combiné de démarrage ou d'un démarreur protégé avec appareil de connexion du DPCC ayant un pouvoir de coupure en court-circuit ou un courant assigné de court-circuit conditionnel inférieur au courant assigné de court-circuit conditionnel du combiné de démarrage ou du démarreur protégé, l'essai supplémentaire suivant doit être effectué. Une manœuvre de coupure du DPCC doit être effectuée par la fermeture (fonctionnement «CO») de l'appareil de connexion (interrupteur ou disjoncteur) sur le court-circuit, le contacteur ou le démarreur étant déjà fermés. Cette manœuvre peut être effectuée sur un échantillon neuf (démarreur ou DPCC) ou sur le premier échantillon avec l'accord du fabricant. Après cette manœuvre, seules les conditions a) à g) de 9.3.4.2.3 doivent être vérifiées.

9.3.4.2.3 Résultats à obtenir

Le contacteur, le démarreur, ou le combiné de démarrage, le combiné d'appareils de connexion, le démarreur protégé ou l'appareil de connexion protégé doivent être considérés comme ayant satisfait aux essais au courant présumé «*r*» et, le cas échéant, au courant présumé I_q, si les conditions suivantes sont remplies pour le type de coordination annoncé.

Pour les deux types de coordination (tous les appareils):

a) Le courant de défaut a été interrompu de façon satisfaisante par le DPCC, le combiné de démarrage ou le combiné d'appareils de connexion et le fusible ou l'élément fusible ou le raccordement solide placé entre l'enveloppe et l'alimentation ne doit pas avoir fondu.

b) La porte ou le couvercle de l'enveloppe n'ont pas été ouverts par soufflage et il est possible de les ouvrir. Cependant, on peut admettre une déformation de l'enveloppe à condition que le degré de protection de l'enveloppe ne soit pas inférieur à IP2X.

c) Aucun dommage n'a été causé à un conducteur ou à une borne et aucun conducteur n'a été arraché de sa borne.

d) Aucune craquelure ou cassure d'un socle isolant susceptible d'affecter le montage d'une partie active ne s'est produite.

Pour les deux types de coordination (combinés de démarrage, combinés d'appareils de connexion, démarreurs protégés et appareils de connexion protégés seulement):

e) Le disjoncteur ou l'interrupteur peut être ouvert à la main par l'organe de commande.

f) Aucune extrémité du DPCC n'a été totalement détachée de son assemblage vers une masse (partie conductrice accessible).

g) Si un disjoncteur dont le pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit est inférieur au courant assigné de court-circuit conditionnel du combiné de démarrage, du combiné d'appareils de connexion, du démarreur protégé ou de l'appareil de connexion protégé est utilisé, le disjoncteur doit être soumis aux essais de déclenchement comme suit:

   1) dans le cas de disjoncteurs à relais ou de déclencheurs instantanés, à 120 % du courant de déclenchement.

   2) dans le cas de disjoncteurs à relais ou de déclencheurs de surcharge, à 250 % du courant assigné du disjoncteur.

Coordination de type «1» (tous les appareils):

h) Aucune projection n'a eu lieu au-delà de l'enveloppe. Les dommages causés au contacteur et au relais de surcharge sont admis. Le démarreur peut ne pas être en état de fonctionnement après chaque manœuvre. Le démarreur doit donc être inspecté et le contacteur et/ou le relais de surcharge et le déclencheur du disjoncteur doivent être réarmés si nécessaire et, dans le cas d'une protection par fusible, tous les éléments de remplacement doivent être changés.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Coordination de type «1» (combinés de démarrage et démarreurs protégés seulement):

i) On vérifie, après chaque manœuvre (aux courants «*r*» et «I_q»), que l'isolation conformément à 8.3.3.4.1, point 4), de la CEI 60947-1 est suffisante par un essai diélectrique sur l'appareil en essai complet (DPCC plus contacteur/démarreur, mais avant le remplacement des pièces) en utilisant une tension de tenue à fréquence industrielle égale à deux fois la tension assignée d'emploi U_e mais pas inférieure à 1 000 V. La tension d'essai doit être appliquée aux bornes d'entrée de l'alimentation, l'interrupteur ou le disjoncteur étant en position d'ouverture, de la manière suivante:

   – entre chaque pôle et tous les autres pôles reliés au bâti du démarreur;

   – entre toutes les parties actives de tous les pôles reliées entre elles et le bâti du démarreur;

   – entre les bornes amont reliées entre elles et les bornes de l'autre côté reliées entre elles.

   Pour les appareils aptes au sectionnement, le courant de fuite doit être mesuré à travers chaque pôle, les contacts étant en position d'ouverture, et la valeur du courant de fuite ne doit pas dépasser 6 mA sous une tension d'essai de 1,1 U_e.

Coordination de type «2» (tous les appareils):

j) Aucun dommage n'a été causé au relais de surcharge ou à d'autres organes sauf que l'on admet la soudure des contacts du contacteur ou du démarreur, s'ils sont facilement séparés (par exemple à l'aide d'un tournevis) sans déformation appréciable, mais aucun remplacement d'organes n'est admis au cours de l'essai, sauf que, dans le cas de protection par fusibles, tous les éléments de remplacement doivent être remplacés.

   Dans le cas de contacts soudés comme décrit ci-dessus, le fonctionnement du dispositif doit être vérifié en effectuant 10 cycles de manœuvres dans les conditions du Tableau 10 pour la catégorie d'emploi applicable.

k) Le déclenchement du relais de surcharge doit être vérifié à un multiple du courant de réglage et doit être conforme aux caractéristiques de déclenchement annoncées selon 5.7.5, aussi bien avant qu'après l'essai de court-circuit.

l) On doit vérifier que l'isolation conformément à 8.3.3.4.1, point 4), de la CEI 60947-1 doit être suffisante par un essai diélectrique sur le contacteur, le démarreur, le combiné de démarrage, le combiné d'appareils de connexion, le démarreur protégé ou l'appareil de connexion protégé, en utilisant une tension de tenue à fréquence industrielle égale à deux fois la tension assignée d'emploi U_e mais pas inférieure à 1 000 V.

   Dans le cas de combinés de démarrage, de combinés d'appareils de connexion, de démarreurs protégés et d'appareils de connexion protégés, des essais supplémentaires selon 8.3.3.4.1, point 3) de la CEI 60947-1 doivent être effectués entre les pôles principaux de l'appareil avec les contacts de l'interrupteur ou du disjoncteur ouverts et ceux du démarreur fermés.

   Pour les appareils aptes au sectionnement, le courant de fuite doit être mesuré à travers chaque pôle, les contacts étant en position d'ouverture, et la valeur du courant de fuite ne doit pas dépasser 2 mA sous une tension d'essai de 1,1 U_e.

   Les éléments de remplacement, s'il y a lieu, sont court-circuités.

9.3.5 Aptitude des contacteurs à supporter les courants de surcharge

Pour cet essai, le contacteur doit être monté, raccordé et manœuvré comme spécifié en 9.3.2.

Tous les pôles du contacteur sont soumis simultanément à un essai, avec les valeurs de courant de surcharge et de durée spécifiées en 8.2.4.4. L'essai est effectué à toute tension convenable et commencé avec le contacteur à la température du local.

Après l'essai, le contacteur doit se trouver pratiquement dans les mêmes conditions qu'avant l'essai. Cela est vérifié par un examen visuel.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE La valeur de I^2t (intégrale de Joule) calculée d'après cet essai ne peut être utilisée pour estimer les performances du contacteur dans les conditions de court-circuit.

9.3.6 Essais individuels et essais sur prélèvement

9.3.6.1 Généralités

Les essais doivent être effectués dans des conditions identiques ou équivalentes à celles spécifiées pour les essais de type dans les parties correspondantes de 9.1.2. Cependant, les limites de fonctionnement de 9.3.3.2 peuvent être vérifiées à la température de l'air ambiant et sur le relais de surcharge seulement; de ce fait, une correction peut être nécessaire pour se ramener aux conditions normales d'ambiance.

Si les appareils sont essayés séparément, leur combinaison doit être essayée à l'essai diélectrique et les autres essais de fonctionnement appropriés. Cependant, si la combinaison est réalisée à partir de systèmes de connexion ou d'auxiliaires déjà essayés, un essai diélectrique supplémentaire n'est pas nécessaire.

9.3.6.2 Fonctionnement et limites de fonctionnement

En ce qui concerne les contacteurs ou les démarreurs électromagnétiques, pneumatiques et électropneumatiques, des essais sont effectués pour vérifier le fonctionnement dans les limites spécifiées en 8.2.1.2.

Pour les démarreurs à main, des essais sont effectués pour vérifier le fonctionnement satisfaisant du démarreur (voir 8.2.1.2, 8.2.1.3 et 8.2.1.4).

NOTE 1 Il n'est pas nécessaire d'atteindre l'équilibre thermique au cours de ces essais. L'absence d'équilibre thermique peut être compensée par l'emploi d'une résistance en série ou par une diminution appropriée de la limite de tension.

Des essais doivent être effectués pour vérifier l'étalonnage des relais. Pour les relais de surcharge temporisés, ce pourra être un seul essai avec la même charge sur tous les pôles, à un multiple du courant de réglage, afin de vérifier que le temps de déclenchement correspond (dans la limite des tolérances) aux courbes fournies par le constructeur; dans le cas d'un relais de surcharge magnétique instantané, cet essai doit être effectué à 1,1 fois le courant de réglage. Pour les relais à minimum de courant, les relais de calage et les relais de blocage, les essais doivent être effectués afin de vérifier le fonctionnement correct de ces relais (voir 8.2.1.5.4, 8.2.1.5.5 et 8.2.1.5.6).

NOTE 2 Dans le cas d'un relais de surcharge magnétique temporisé comprenant un dispositif de retard à amortisseur à fluide, l'étalonnage peut être effectué avec l'amortisseur vide, à un pourcentage du courant de réglage indiqué par le fabricant et susceptible d'être justifié par un essai spécial.

9.3.6.3 Essais diélectriques

9.3.6.3.1 Généralités

Le 8.3.3.4.2 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

Dans le cas d'un démarreur rotorique à résistances, tous les pôles des appareils de connexion du rotor sont normalement reliés par l'intermédiaire des résistances de démarrage; en conséquence, l'essai diélectrique est limité à l'application de la tension d'essai entre le circuit du rotor et le bâti du démarreur.

L'usage d'une feuille métallique n'est pas nécessaire.

NOTE L'essai combiné de 8.3.3.4.2 de la CEI 60947-1 est permis.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.3.6.3.2 Essai de série à fréquence industrielle pour les appareils incluant des composants de limitation de tension

À la discrétion du fabricant, l'appareil contenant des composants de limitation de tension doit être essayé selon la séquence a) à b) suivante:

a) Application de la tension d'essai

L'essai doit être réalisé conformément au 8.3.3.4.2 2) de la CEI 60947-1:2007. La valeur de la tension d'essai doit être la valeur efficace U_V (tension de fonctionnement maximale des composants de limitation de tension) ou la valeur maximale en courant continu U_V des composants de limitation de tension avec une tolérance de -10 %.

Critère d'acceptation: Le relais de surintensité de l'appareil d'essai ne doit pas se déclencher (limite inférieure de déclenchement).

b) Vérification du bon fonctionnement des composants de limitation de tension

L'essai doit être réalisé conformément au 8.3.3.4.2 2) de la CEI 60947-1:2007. La valeur de la tension d'essai doit être choisie par le fabricant de façon à générer un courant entre la limite supérieure de déclenchement et la limite inférieure de déclenchement de l'appareil d'essai.

Critère d'acceptation: Le courant doit être compris entre a) et b) et le composant de limitation de tension ne doit pas être endommagé.

NOTE L'objectif principal de cet essai est de vérifier le bon fonctionnement du composant limiteur de tension.

9.4 Essais CEM

9.4.1 Généralités

Le 8.3.2.1, 8.3.2.3 et 8.3.2.4 de la CEI 60947-1 sont applicables avec les compléments suivants.

Avec l'accord du fabricant, plus d'un essai CEM ou tous les essais CEM peuvent être effectués sur un seul et même échantillon, qui peut être neuf ou avoir subi les séquences d'essais selon 9.3.1. La séquence des essais CEM peut être laissée au choix.

Le rapport d'essais doit contenir toute mesure spéciale prise pour satisfaire aux essais, par exemple l'emploi de câbles blindés ou spéciaux. Lorsqu'un matériel auxiliaire est utilisé avec le contacteur ou le démarreur afin de satisfaire aux exigences relatives à l'immunité ou à l'émission, il doit être cité dans le rapport.

L'échantillon en essai doit être dans la position ouverte ou fermée, celle qui est la plus défavorable, et doit être manœuvré avec l'alimentation de commande assignée.

9.4.2 Immunité

Les essais du Tableau 14 sont requis. Les exigences spéciales sont spécifiées de 9.4.2.1 à 9.4.2.7.

Lorsque, pendant les essais CEM, des conducteurs doivent être raccordés à l'échantillon en essai, la section et le type des conducteurs sont laissés au choix mais doivent être conformes à la notice du fabricant.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 14 – Essais CEM d'immunité

Type d'essai	Niveau d'essai exigé
Essai d'immunité aux décharges électrostatiques CEI 61000-4-2	Le niveau d'essai correspondant du Tableau 23 de la CEI 60947-1 s'applique.
Essai d'immunité aux champs radioélectriques électromagnétiques rayonnés (80 MHz à 1 GHz et 1,4 GHz à 2 GHz) CEI 61000-4-3	Le niveau d'essai correspondant du Tableau 23 de la CEI 60947-1 s'applique.
Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves CEI 61000-4-4 [a]	Le niveau d'essai correspondant du Tableau 23 de la CEI 60947-1 s'applique.
Essai d'immunité aux ondes de chocs 1,2/50 µs – 8/20 µs CEI 61000-4-5	Le niveau d'essai correspondant du Tableau 23 de la CEI 60947-1 s'applique.
Perturbations conduites induites par l'essai d'immunité aux champs radioélectriques [b c] (150 kHz à 80 MHz) CEI 61000-4-6	Le niveau d'essai [d] correspondant du Tableau 23 de la CEI 60947-1 s'applique.
[a] Le contacteur doit être mis en fonctionnement au moins une fois au cours de l'essai et le relais de surcharge est chargé à 0,9 fois le réglage de courant avec un maximum de 100 A. [b] Applicable seulement aux accès destinés à des câbles dont la longueur totale, selon les spécifications fonctionnelles données par le fabricant, peut dépasser 3 m. [c] Le niveau d'essai peut également être défini comme étant le courant équivalent dans une charge de 150 Ω. [d] A l'exception de la bande de fréquences de radiodiffusion fixée par l'UIT entre 47 MHz et 68 MHz, pour laquelle le niveau doit être de 3 V.	

9.4.2.1 Fonctionnement de l'échantillon en essai pendant et après l'essai

Sauf spécification contraire, le critère de fonctionnement B est applicable, voir 8.3.2.2.

Aucune perte de fonctionnement ne doit être permise pendant ou après les essais. Après les essais, les limites de fonctionnement de 9.3.6.2 doivent être vérifiées à une valeur de courant adaptée à température ambiante.

9.4.2.2 Décharge électrostatique

L'essai doit être effectué en utilisant les méthodes de la CEI 61000-4-2.

Sauf pour les parties métalliques pour lesquelles la décharge au contact est effectuée, seule la décharge dans l'air est requise.

Dix impulsions positives et dix impulsions négatives doivent être appliquées à chacun des points choisis, l'intervalle de temps entre chacune des décharges successives étant de 1 s.

Les essais ne sont pas requis sur les bornes de puissance. Il n'est pas nécessaire de raccorder des conducteurs, sauf pour l'alimentation de la bobine.

9.4.2.3 Champ électromagnétique

Les essais doivent être effectués en utilisant les méthodes de la CEI 61000-4-3. La procédure d'essai de la CEI 61000-4-3 doit s'appliquer.

L'appareil doit satisfaire au critère de fonctionnement A.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

9.4.2.4 Transitoires rapides en salves

Les essais doivent être effectués en utilisant les méthodes de la CEI 61000-4-4 avec un taux de répétition de 5 kHz.

Les salves doivent être appliquées à toutes les bornes principales, bornes de commande ou bornes auxiliaires, qu'elles aient des contacts électroniques ou conventionnels.

La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min.

9.4.2.5 Ondes de choc (1,2/50 µs – 8/20 µs)

L'essai doit être effectué en utilisant les méthodes de la CEI 61000-4-5. Le couplage capacitif doit être préféré. Les ondes doivent être appliquées à toutes les bornes principales, bornes de commande ou bornes auxiliaires, qu'elles aient des contacts électroniques ou conventionnels.

Les valeurs de la tension d'essai sont celles du Tableau 14 mais ne doivent pas dépasser la ou les valeurs correspondantes de U_{imp} indiquées par le fabricant selon 7.2.3 de la CEI 60947-1.

Le taux de répétition doit être d'une onde par minute, le nombre d'impulsions étant de cinq impulsions positives et cinq impulsions négatives.

9.4.2.6 Harmoniques

A l'étude.

9.4.2.7 Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques

Le 8.4.1.2.6 de la 60947-1 s'applique avec l'ajout suivant:

L'appareil doit être conforme au critère de fonctionnement A dans les conditions d'essai données au Tableau 14.

9.4.3 Émission

Pour le matériel conçu pour l'environnement A, un avertissement convenable doit être donné à l'utilisateur (par exemple dans la notice d'emploi) stipulant que l'usage de ce matériel dans l'environnement B peut provoquer des radio-interférences pouvant obliger l'utilisateur à employer des méthodes supplémentaires d'atténuation.

9.4.3.1 Essais d'émission conduite à fréquence radio

Une description de l'essai, la méthode d'essai et le dispositif d'essai sont données dans la CISPR 11.

Pour être satisfaisant, le matériel ne doit pas dépasser les niveaux donnés au Tableau 15.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 15 – Limites d'essai d'émission conduite à fréquence radio

Bande de fréquences MHz	**Environnement A** dB(μV)	**Environnement B** dB(μV)
0,15 – 0,5	79 quasi-crête 66 moyenne	66 - 56 quasi-crête 56 - 46 moyenne (décroît avec le log de la fréquence)
0,5 – 5,0	73 quasi-crête 60 moyenne	56 quasi-crête 46 moyenne
5 – 30	73 quasi-crête 60 moyenne	60 quasi-crête 50 moyenne

9.4.3.2 Essais d'émission rayonnée à fréquence radio

Une description de l'essai, la méthode d'essai et le dispositif d'essai sont données dans la CISPR 11.

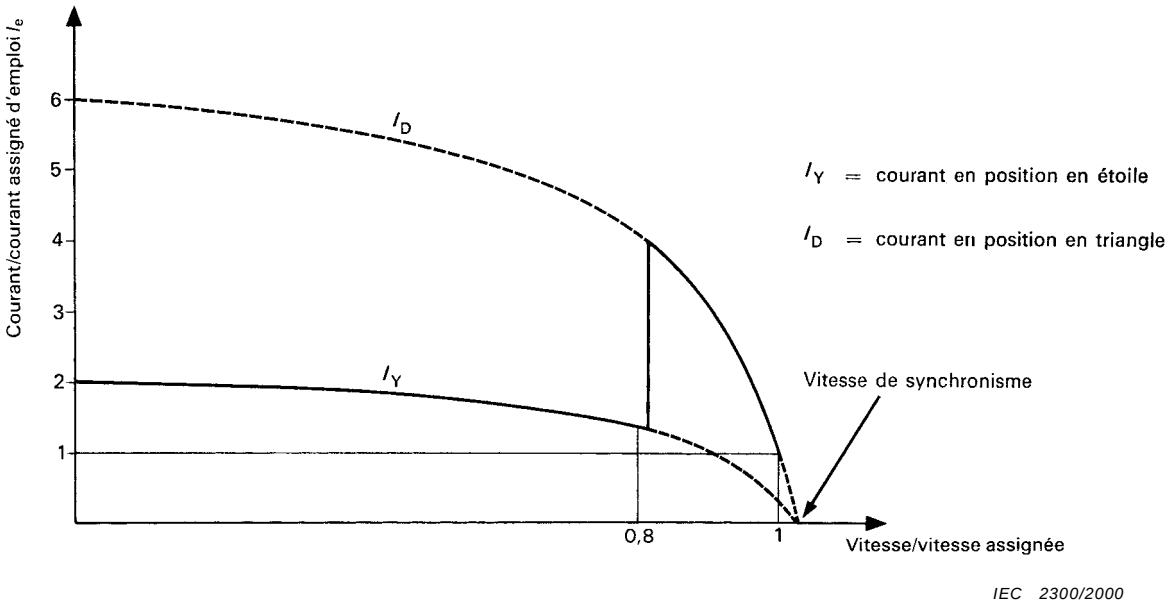
Les essais sont requis lorsque les circuits de commande et les circuits auxiliaires contiennent des composants avec des fréquences fondamentales de commutation supérieures à 9 kHz, par exemple des alimentations de puissance à découpage, etc.

Pour être satisfaisant, le matériel ne doit pas émettre à des niveaux supérieurs à ceux donnés au Tableau 16.

Tableau 16 – Limites d'essai d'émission rayonnée

Bande de fréquences MHz	**Environnement A** [a] dB(μV/m)	**Environnement B** dB(μV/m)
30 – 230	30 quasi-crête à 30 m	30 quasi-crête à 10 m
230 – 1 000	37 quasi-crête à 30 m	37 quasi-crête à 10 m
[a] Les essais peuvent être effectués à une distance de 10 m, les limites étant augmentées de 10 dB.		

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



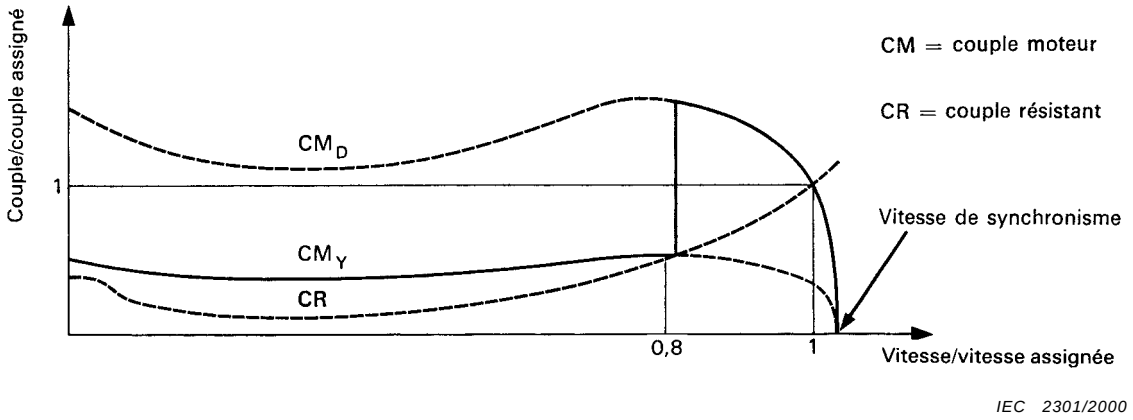
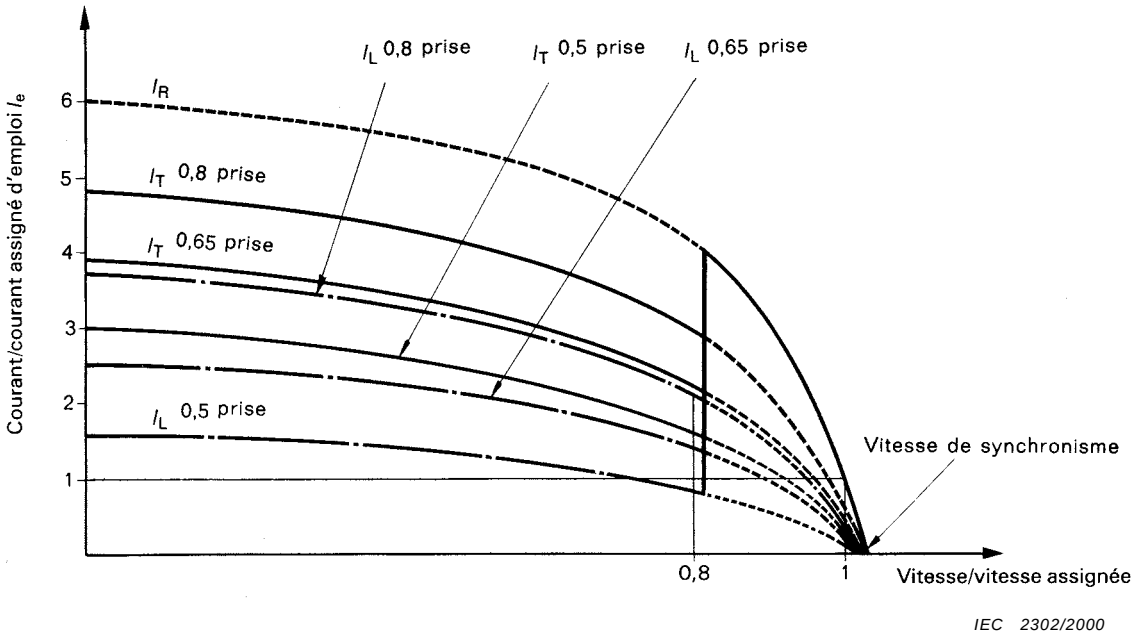


Figure 1 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage étoile-triangle (voir 1.1.2.2.1)

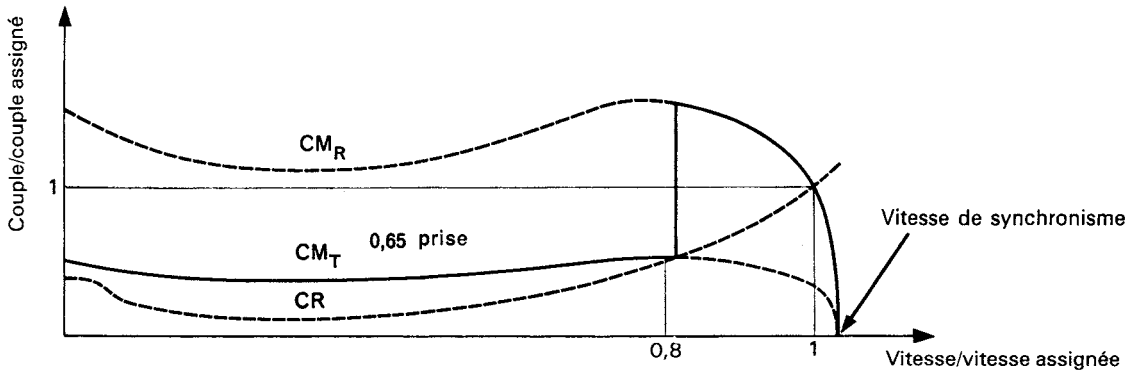
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



I_R = courant dans le moteur sous tension nominale

I_T = courant dans le moteur sous tension réduite

I_L = courant en ligne sous tension réduite



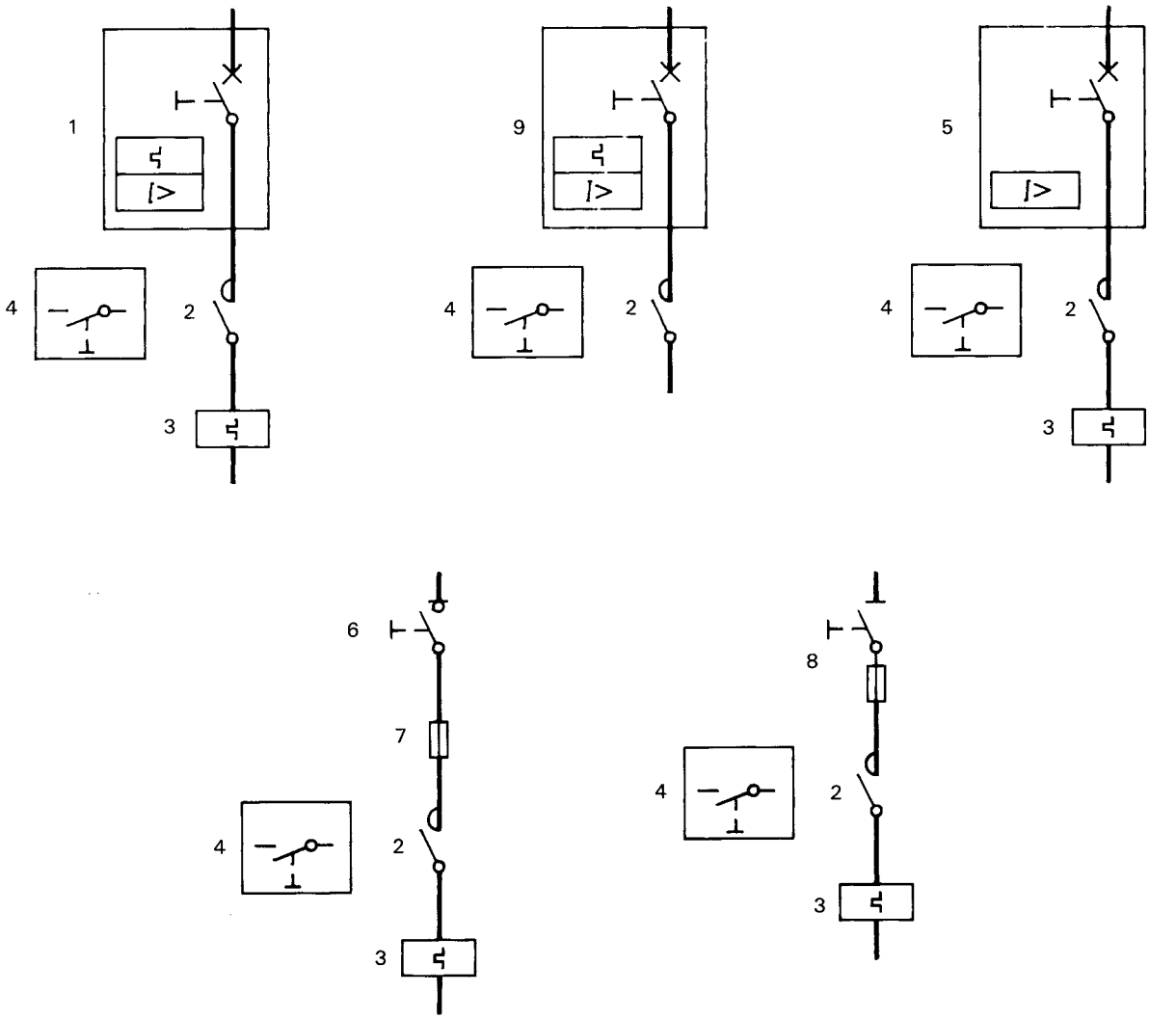
CR = couple résistant

CM_R = couple moteur sous tension assignée

CM_T = couple moteur sous tension réduite

Figure 2 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage par autotransformateur (voir 1.1.2.2.2)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



IEC 2304/2000

1 disjoncteur conforme à la CEI 60947-2

2 contacteur

3 relais de surcharge

4 auxiliaire de commande

5 disjoncteur à déclenchement magnétique seulement

6 interrupteur-sectionneur

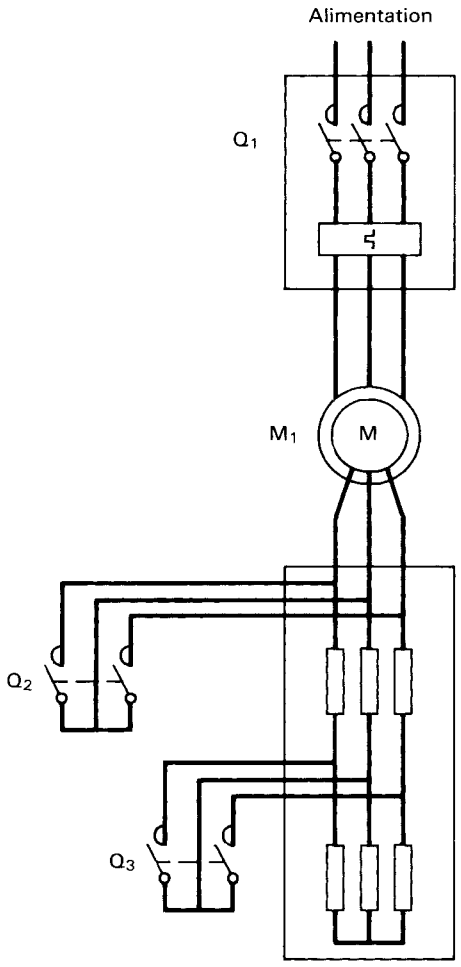
7 fusible

8 sectionneur fusible

9 disjoncteur ~~muni d'un relais de surcharge~~ de protection moteur conforme à la présente norme

Figure 3 – Variantes types de démarreurs protégés, de combinés de démarrage, d'appareils de connexion protégés et de combinés d'appareils de connexion

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Position des appareils mécaniques de connexion

Position du démar-reur / Appareil mécanique de connexion	Arrêt	Démarrage 1re étape	Démarrage 2e étape	Démarrage 3e étape	MARCHE
Q_1	O	C	C	C	
Q_2	O	O	O	C	
Q_3	O	O	C	C	

O appareil mécanique de connexion ouvert

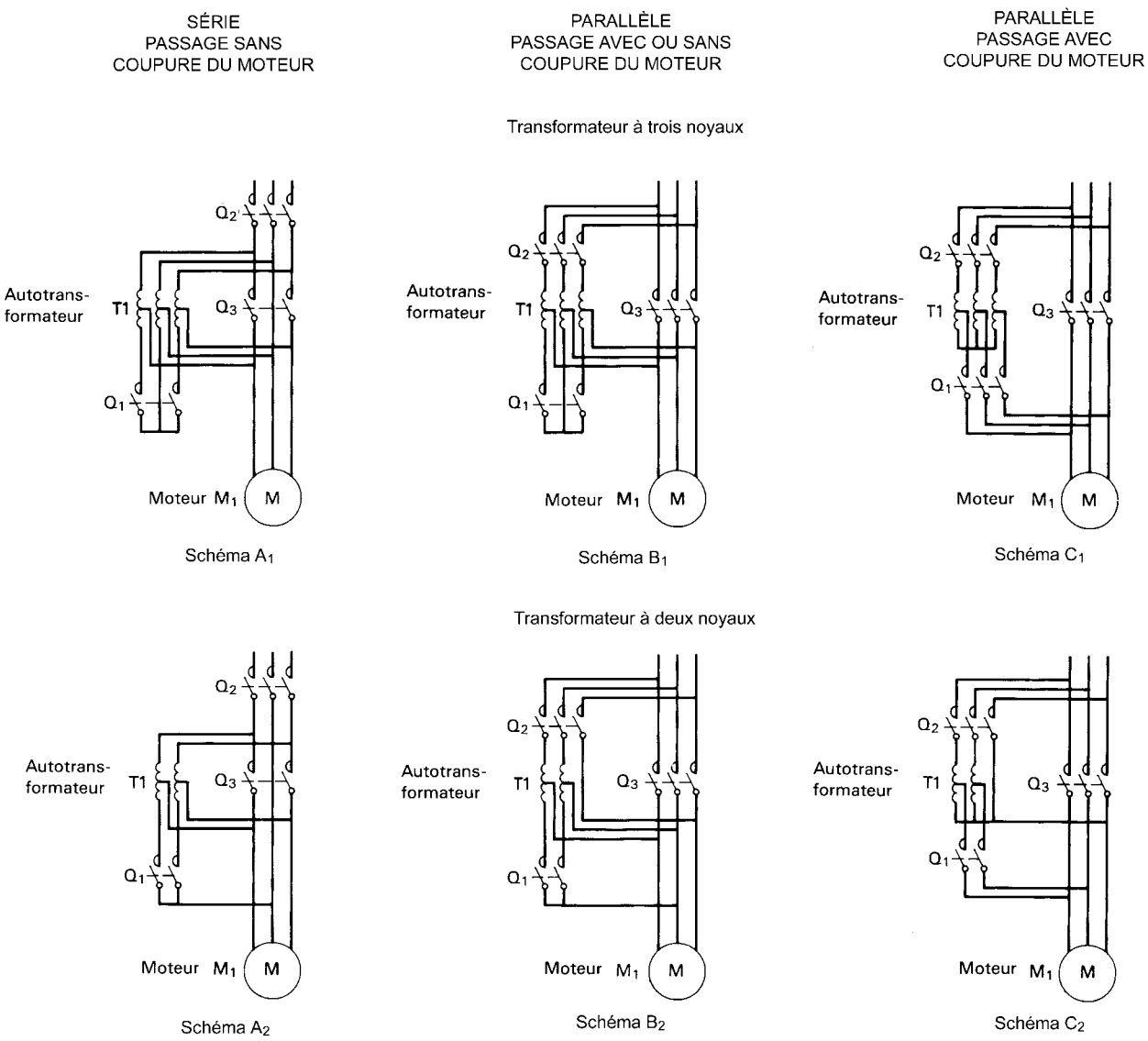
C appareil mécanique de connexion fermé

Q contacteur

M moteur

Figure 4 – Exemple de schéma en triphasé d'un démarreur rotorique à résistances à trois étapes de démarrage et à un seul sens de marche (dans le cas où tous les appareils mécaniques de connexion sont des contacteurs)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



IEC 2306/2000

Ordre de fonctionnement des contacts			
Contacts	**Démarrage**	**Passage**	**Marche**
Q_1	C	O	O
Q_2	C	C	C
Q_3	O	O	C

C = contact fermé

O = contact ouvert

Ordre de fonctionnement des contacts					
Contacts	**Démarrage**	**Passage**			**Marche**
		ouvert	fermé		
			1	2	
Q_1	C	O	O	O	O
Q_2	C	O	C	C	O
Q_3	O	O	O	C	C

Pour le passage avec coupure du moteur, Q_1 et Q_2 peuvent être des contacts d'un même appareil mécanique de connexion

Ordre de fonctionnement des contacts			
Contacts	**Démarrage**	**Passage**	**Marche**
Q_1	C	O	O
Q_2	C	O	O
Q_3	O	O	C

Q_1 et Q_2 peuvent être des contacts d'un même appareil mécanique de connexion.

NOTE Les symboles graphiques utilisés ci-dessus correspondent au cas où tous les appareils mécaniques de connexion sont des contacteurs.

Figure 5 – Méthodes et schémas-types de démarrage, au moyen d'autotransformateurs, de moteurs à induction à courant alternatif

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

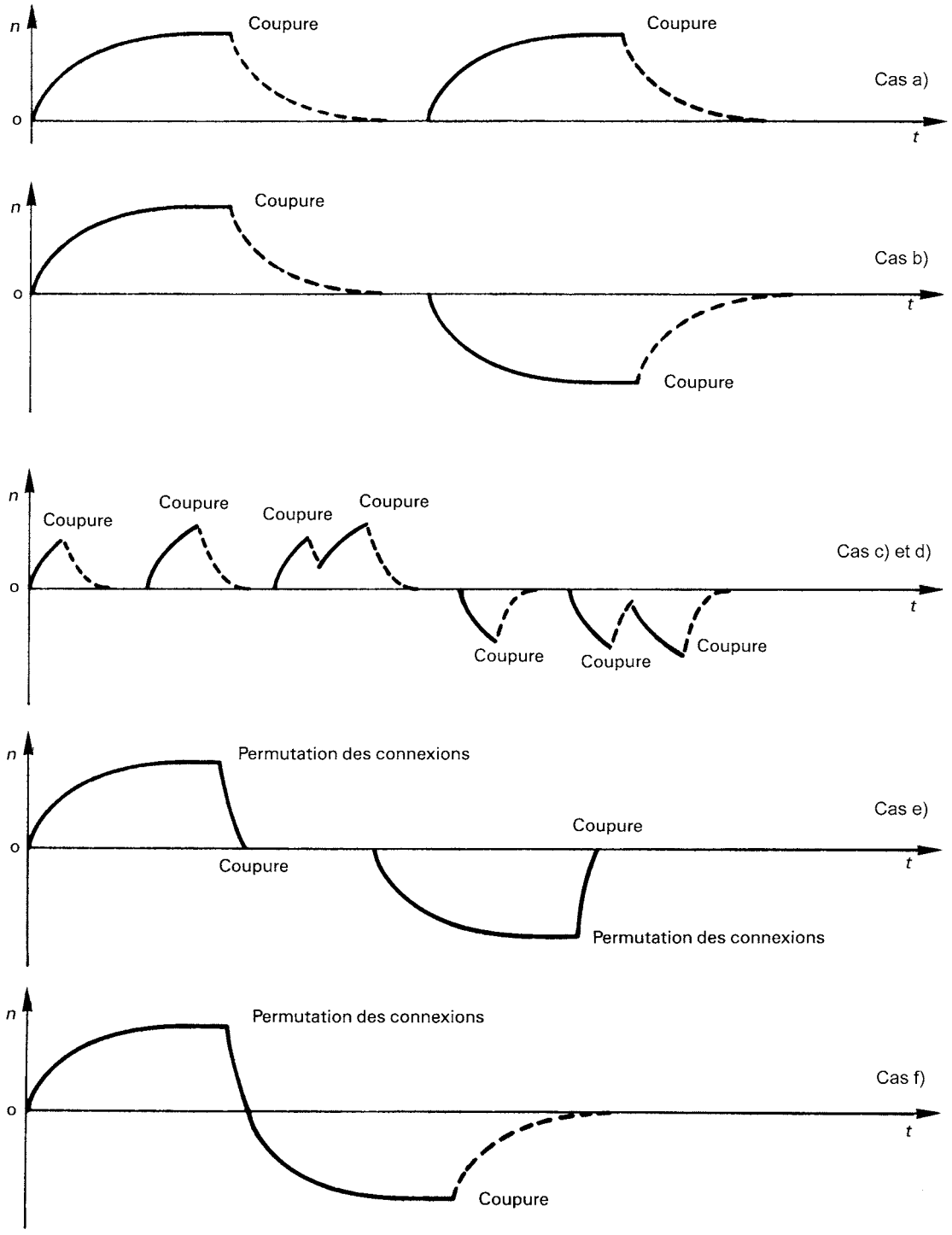


Figure 6 – Exemples de courbes vitesses/temps correspondant aux cas a), b), c), d), e) et f) de 5.3.5.5 (les courbes en pointillé correspondent aux périodes où aucun courant ne circule dans le moteur)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

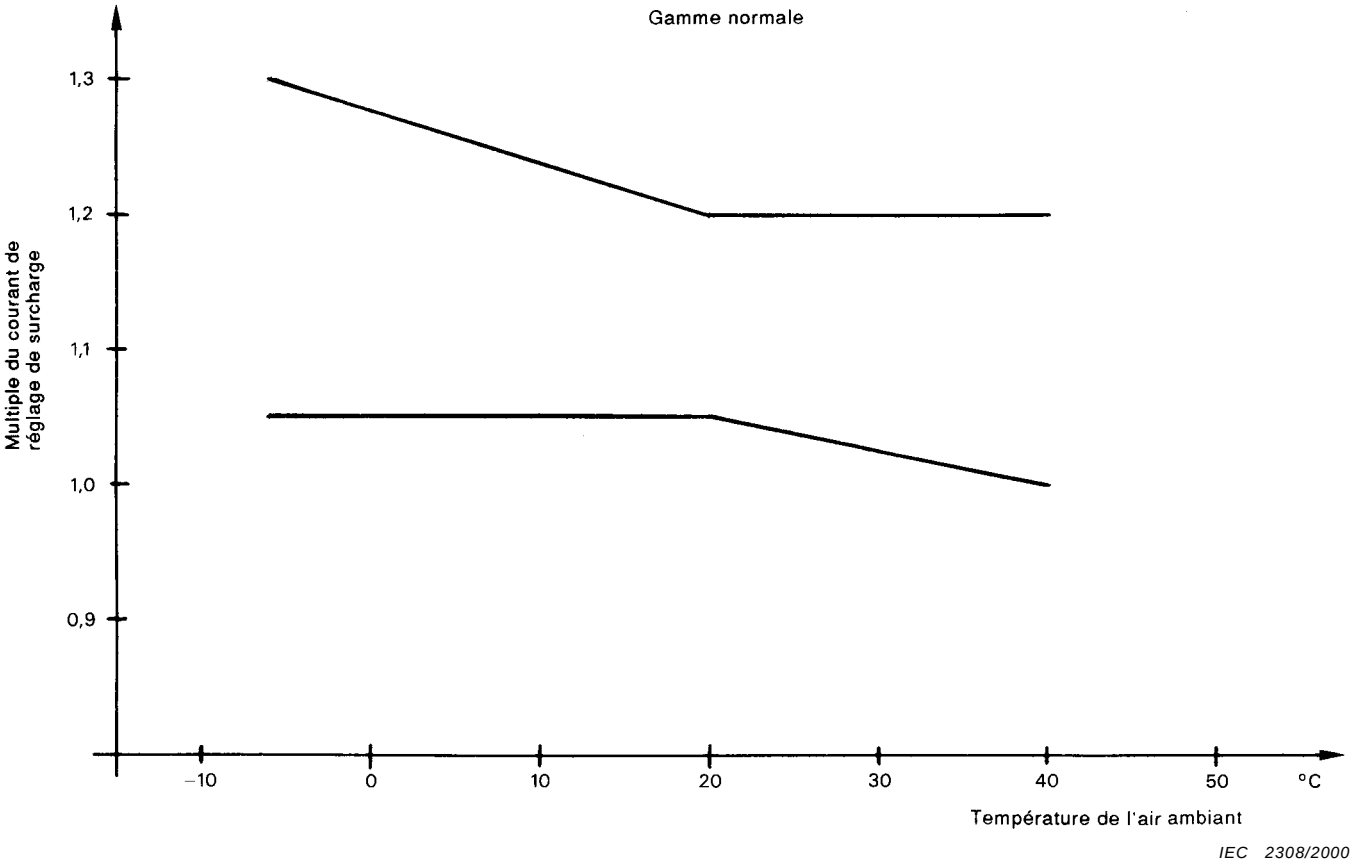


Figure 7 – Limites des multiples de la valeur du courant de réglage des relais de surcharge temporisés compensés pour la température de l'air ambiant (voir 8.2.1.5.1)

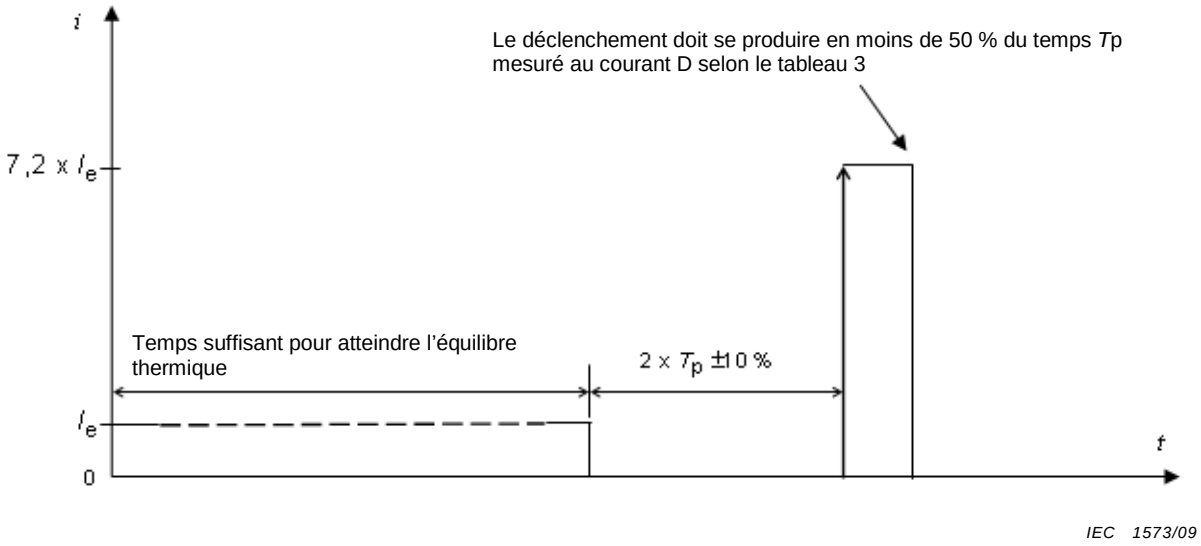


Figure 8 – Essai de mémoire thermique

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

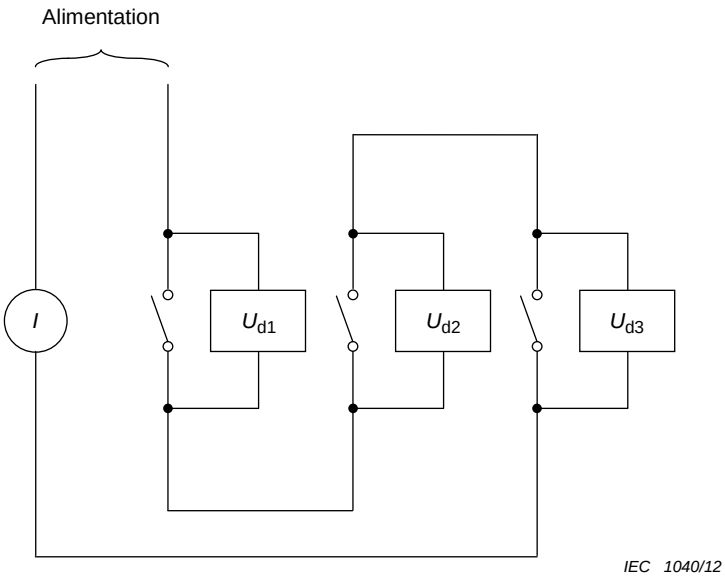


Figure 9 – Exemple de mesure d'impédance de pôles pour un contacteur à 3 pôles

Dimmensions en millimètres

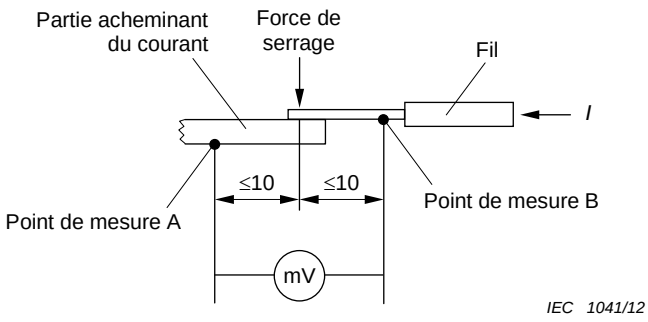


Figure 10 – Mesure de chute de tension au point de contact de la borne

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe A
(normative)

Marquage et identification des bornes des contacteurs et des relais de surcharge associés

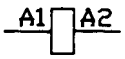
A.1 Généralités

L'identification des bornes d'un contacteur et des relais de surcharge associés a pour objet de fournir des informations concernant la fonction de chaque borne ou sa localisation par rapport à d'autres bornes, ou encore de servir à d'autres usages.

A.2 Marquage et identification des bornes des contacteurs

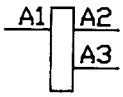
A.2.1 Marquage et identification des bornes des bobines

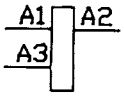
Dans le cas d'identification par marques alphanumériques, les deux bornes de la bobine d'un contacteur électromagnétique doivent être marquées A1 et A2.



Dans le cas d'une bobine avec prises, les bornes des prises doivent être marquées dans l'ordre successif A3, A4, etc.

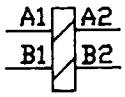
EXEMPLE





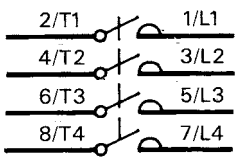
NOTE En conséquence, les bornes d'entrée et de sortie peuvent avoir des chiffres pairs ou impairs.

Lorsqu'une bobine comporte deux enroulements, les bornes du premier enroulement seront marquées A1, A2 et celles du deuxième enroulement B1, B2.



A.2.2 Marquage et identification des bornes des circuits principaux

Les bornes des circuits principaux doivent être marquées par des nombres d'un seul chiffre et par une combinaison alphanumérique.



NOTE Les deux variantes actuelles de marquage, 1-2 et L1-T1 respectivement, seront progressivement remplacées par la nouvelle méthode ci-dessus.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

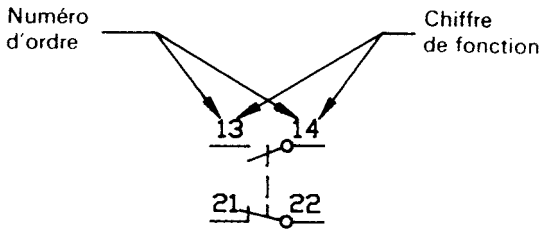
Les bornes peuvent également être identifiées dans le schéma des circuits fourni avec l'appareil.

A.2.3 Marquage et identification des bornes des circuits auxiliaires

Les bornes des circuits auxiliaires doivent être marquées ou identifiées sur les schémas par des nombres de deux chiffres:

– le chiffre des unités est un chiffre de fonction;
– le chiffre des dizaines est un numéro d'ordre.

Les exemples suivants illustrent un tel système de marquage:

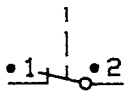


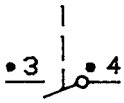
A.2.3.1 Chiffre de fonction

Les chiffres de fonction 1, 2 sont attribués aux circuits comprenant des contacts à ouverture et les chiffres de fonction 3, 4 aux circuits comprenant des contacts à fermeture.

NOTE 1 Les définitions des contacts d'ouverture et des contacts de fermeture sont données en 2.3.12 et 2.3.13 de la CEI 60947-1.

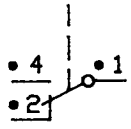
EXEMPLES





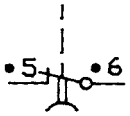
NOTE 2 Dans les exemples ci-dessus, les points prennent la place des numéros d'ordre, qui doivent normalement être ajoutés suivant le cas.

Les bornes des circuits comprenant des éléments de contact à deux directions doivent être marquées par les chiffres de fonction 1, 2 et 4.

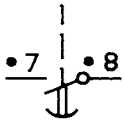


Les chiffres de fonction 5 et 6 (pour les contacts à ouverture), 7 et 8 (pour les contacts à fermeture) sont attribués aux bornes des circuits auxiliaires comprenant des contacts auxiliaires ayant des fonctions spéciales.

EXEMPLES



Contact à ouverture
retardé à la fermeture

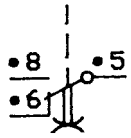


Contact à fermeture
retardé à la fermeture

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Les bornes des circuits comprenant des éléments de contact à deux directions ayant des fonctions spéciales doivent être marquées par les chiffres de fonction 5, 6 et 8.

EXEMPLE



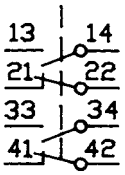
Contact à deux directions
retardé dans les deux directions

A.2.3.2 Numéro d'ordre

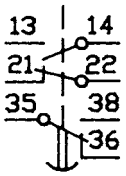
Les bornes appartenant à un même élément de contact doivent être marquées par le même numéro d'ordre.

Tous les éléments de contact ayant la même fonction doivent recevoir des numéros d'ordre différents.

EXEMPLES

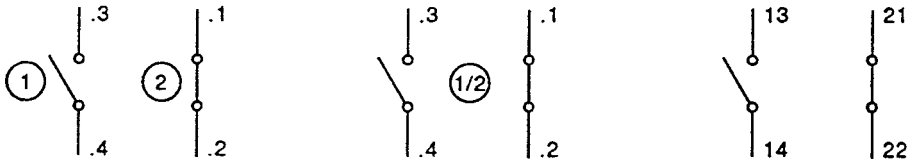


Quatre éléments de contact

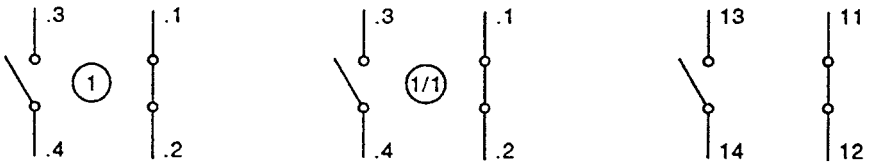


Trois éléments de contact

Le numéro d'ordre peut être omis sur les bornes seulement lorsque des informations fournies par le fabricant ou l'utilisateur donnent déjà un tel numéro.



ou



Dispositif | Dispositif | Diagramme

NOTE Dans les exemples ci-dessus, les points sont simplement utilisés pour montrer la relation et il n'est pas nécessaire de les utiliser dans la pratique.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

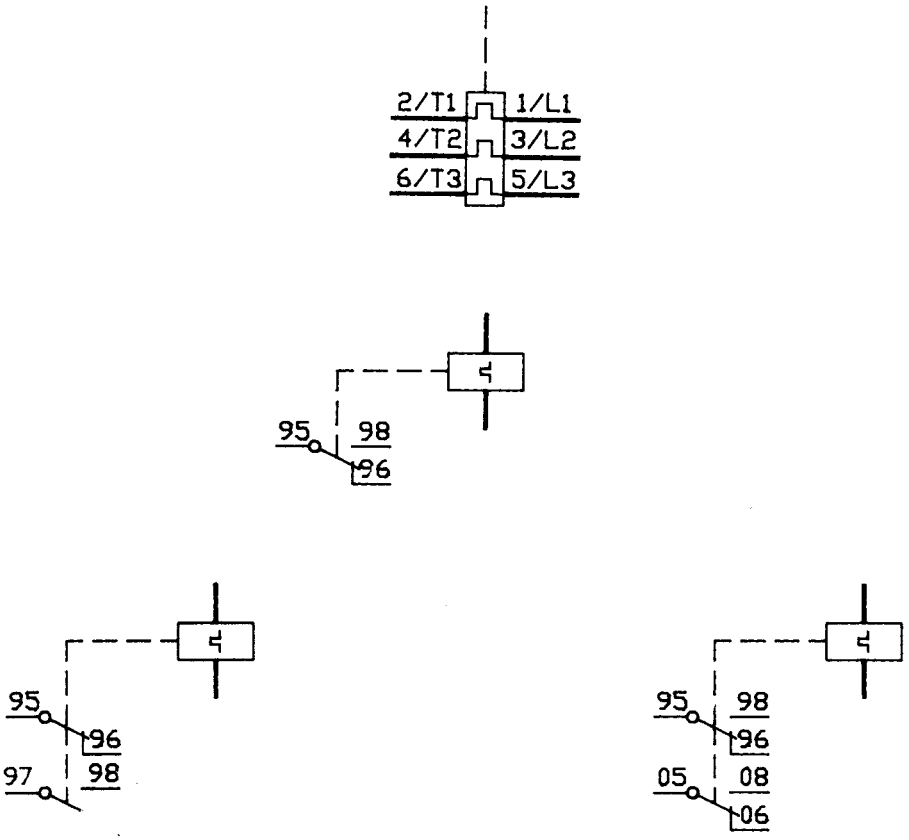
A.3 Marquage et identification des bornes des relais de surcharge

Les bornes des circuits principaux des relais de surcharge doivent être marquées de la même manière que les bornes des circuits principaux des contacteurs (voir A.2.2).

Les bornes des circuits auxiliaires des relais de surcharge doivent être marquées de la même manière que les bornes des circuits auxiliaires des contacteurs ayant des fonctions spécifiées (voir A.2.3).

Le numéro d'ordre doit être 9; s'il faut un deuxième numéro d'ordre, il doit être numéroté 0.

EXEMPLES



Les bornes peuvent également être identifiées dans le schéma des circuits fourni avec l'appareil.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe B
(normative)

Essais spéciaux

B.1 Généralités

Les essais spéciaux sont effectués à la discrétion du fabricant.

B.2 Durabilité mécanique

B.2.1 Généralités

Par convention, la durabilité mécanique d'un type de contacteur ou de démarreur est définie comme étant le nombre de cycles de manœuvres à vide qui serait atteint ou dépassé par 90 % de l'ensemble des appareils de ce type avant qu'il devienne nécessaire de procéder à un entretien normal ou de remplacer des pièces mécaniques; toutefois, l'entretien normal comprenant le remplacement des contacts, comme précisé en B.2.2.1 et B.2.2.3, est autorisé.

Les nombres préférentiels de cycles de manœuvres à vide, exprimés en millions, sont:

0,001 – 0,003 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 1 – 3 et 10.

B.2.2 Vérification de la durabilité mécanique

B.2.2.1 État du contacteur ou du démarreur pour les essais

Le contacteur ou le démarreur doit être installé de la même façon qu'en service normal; en particulier, le raccordement des conducteurs doit être effectué de la même façon que celui qui doit être réalisé normalement.

Pendant l'essai, le circuit principal ne doit être ni sous tension ni sous courant. Il est admis que le contacteur ou le démarreur puisse être graissé avant l'essai si le graissage est prescrit en service normal.

B.2.2.2 Conditions de fonctionnement

Les bobines des électro-aimants de commande doivent être alimentées à leur tension assignée et, s'il y a lieu, à leur fréquence assignée.

S'il est prévu de brancher en série avec les bobines une résistance ou une impédance, court-circuitée ou non pendant la manœuvre, les essais doivent être effectués avec ces éléments branchés comme en service normal.

Les contacteurs ou démarreurs pneumatiques et électropneumatiques doivent être alimentés avec de l'air comprimé à la pression assignée.

Les démarreurs à main doivent être actionnés comme en service normal.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

B.2.2.3 Procédure d'essai

a) Les essais sont effectués à la fréquence de manœuvres correspondant à la classe de service intermittent. Toutefois, si le fabricant estime que le contacteur ou le démarreur peut satisfaire aux conditions imposées en adoptant une fréquence de manœuvres plus élevée, il a la faculté de le faire.

b) Dans le cas de contacteurs ou de démarreurs électromagnétiques et électropneumatiques, la durée d'alimentation de la bobine de commande doit être plus grande que la durée de manœuvre du contacteur ou du démarreur et l'intervalle de temps pendant lequel la bobine n'est pas alimentée doit être suffisant pour permettre au contacteur ou au démarreur d'atteindre ses deux positions extrêmes et d'y demeurer.

   Le nombre de cycles de manœuvres à effectuer ne doit pas être inférieur au nombre de cycles de manœuvres à vide spécifié par le fabricant.

   La vérification de la durabilité mécanique peut être effectuée séparément sur les différentes parties du démarreur qui ne sont pas mécaniquement reliées entre elles, à moins que ne soit mis en jeu un verrouillage mécanique qui n'a pas encore été essayé avec son contacteur.

c) Pour les contacteurs ou les démarreurs équipés de déclencheurs shunt ou de déclencheurs à minimum de tension, 10 % au moins du nombre total des manœuvres d'ouverture doivent être effectuées à l'aide de ces déclencheurs.

d) Après l'exécution de chaque dixième du nombre total de cycles de manœuvres indiqué en B.2.1 on pourra, avant de poursuivre l'essai:

   – nettoyer sans démontage l'ensemble du contacteur ou du démarreur;

   – graisser les parties pour lesquelles le graissage est prescrit en service normal par le fabricant;

   – régler la course et la pression des contacts si la construction du contacteur ou du démarreur le permet.

e) Ce travail d'entretien ne doit comporter aucun remplacement de pièces.

f) Dans le cas de démarreurs étoile-triangle, le dispositif incorporé de temporisation entre la fermeture en position en étoile et la fermeture en position en triangle, s'il est réglable, peut être réglé à sa valeur la plus faible.

g) Dans le cas de démarreurs rotoriques à résistances, le dispositif incorporé de temporisation entre la fermeture des appareils de connexion du rotor, s'il est réglable, peut être réglé à sa valeur la plus faible.

h) Dans le cas de démarreurs par autotransformateur, le dispositif incorporé de temporisation entre la fermeture en position de démarrage et la fermeture en position MARCHE, s'il est réglable, peut être réglé à sa valeur la plus faible.

B.2.2.4 Résultats à obtenir

A la suite des essais d'endurance mécanique, le contacteur ou le démarreur doit être encore en état de satisfaire aux conditions de fonctionnement spécifiées en ~~8.2.1.2~~ 9.3.6.2 et ~~9.3.3.2~~ 9.3.6.3 à la température ambiante. ~~du local. Il ne doit pas y avoir de desserrage des parties qui servent à connecter les conducteurs.~~

Tous les relais temporisés ou autres dispositifs utilisés pour la commande automatique doivent encore fonctionner.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

B.2.2.5 Analyse statistique des résultats d'essais pour les contacteurs ou les démarreurs

La durabilité mécanique d'un type de contacteur ou de démarreur est assignée par le fabricant et vérifiée par une analyse statistique des résultats d'essais.

Pour les contacteurs ou les démarreurs fabriqués en petite quantité, les essais décrits en B.2.2.6 et B.2.2.7 ne sont pas applicables.

Cependant, pour les contacteurs ou les démarreurs fabriqués en petite quantité et qui diffèrent aussi d'une conception de base uniquement par des modifications mineures n'ayant pas d'influence notable sur les caractéristiques, le fabricant peut assigner la durabilité mécanique sur la base de l'expérience acquise avec des conceptions similaires, de l'analyse, des propriétés des matériaux, etc., et sur la base de l'analyse des résultats d'essais sur les appareils de même conception de base fabriqués en grande quantité.

Après cette assignation, un essai doit être effectué. Cet essai est l'un ou l'autre des deux essais décrits ci-après, choisi par le fabricant comme étant le mieux approprié à chaque cas, par exemple en fonction des quantités envisagées de production ou en fonction du courant thermique conventionnel.

NOTE Cet essai n'est pas destiné à servir à l'utilisateur d'essai d'acceptation par lots de fabrication ou de contrôle de production.

B.2.2.6 Essai simple 8

Huit contacteurs ou démarreurs doivent être essayés jusqu'à la durabilité mécanique assignée.

Si le nombre de défaillances n'excède pas deux, l'essai est considéré comme réussi.

B.2.2.7 Essai double 3

Trois contacteurs ou démarreurs doivent être essayés jusqu'à la durabilité mécanique assignée.

L'essai est considéré comme réussi s'il n'y a pas de défaillance et comme non réussi s'il y a plus d'une défaillance. S'il y a une seule défaillance, trois contacteurs ou démarreurs supplémentaires sont essayés jusqu'à la durabilité mécanique assignée et, s'il n'y a pas de défaillance additionnelle, l'essai est considéré comme réussi. L'essai n'est pas réussi si à n'importe quel moment il y a un total de deux défaillances ou plus.

B.2.2.8 Autres méthodes

D'autres méthodes données dans la CEI 60410 peuvent également être utilisées. Le niveau de qualité d'acceptation maximal doit être de 10 %. La méthode choisie doit être indiquée dans le rapport d'essai.

NOTE L'essai simple 8 et l'essai double 3 sont tous deux donnés dans la CEI 60410 (voir Tableaux X-C-2 et X-D-2). Ces deux essais ont été choisis avec comme objectif de les baser sur l'essai d'un nombre limité de contacteurs ou de démarreurs et sur essentiellement les mêmes caractéristiques statistiques (niveau de qualité acceptable: 10 %).

B.3 Durabilité électrique

B.3.1 Généralités

En ce qui concerne sa résistance à l'usure électrique, un contacteur ou un démarreur est par convention caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge correspondant aux

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

différentes catégories d'emploi du Tableau B.1 qu'il est susceptible d'effectuer sans réparation ni remplacement de pièces.

Étant donné que le fonctionnement des démarreurs étoile-triangle, des démarreurs par autotransformateur à deux étapes et des démarreurs rotoriques à résistances est soumis à d'importantes variations de conditions de service, il est jugé convenable de ne pas donner de valeurs normales pour les conditions d'essai. Cependant, il est recommandé que le fabricant indique la durabilité électrique du démarreur pour des conditions de service déterminées; cette durabilité électrique peut être estimée à partir des résultats d'essais effectués sur les parties constitutives du démarreur.

Pour les catégories AC-3 et AC-4, le circuit d'essai doit comprendre des réactances et des résistances telles qu'on obtienne les valeurs appropriées de courant, de tension et de facteur de puissance figurant au Tableau B.1, en outre, pour la catégorie AC-4, le circuit d'essai des pouvoirs de fermeture et de coupure doit être utilisé, voir 9.3.3.5.2.

Dans tous les cas, la cadence de manœuvre doit être choisie par le fabricant.

Les essais doivent être considérés comme satisfaisants si les valeurs figurant au compte rendu d'essai ne diffèrent des valeurs spécifiées que dans la limite des tolérances suivantes:

– courant: ±5 %;

– tension: ±5 %.

Les essais doivent être effectués, le contacteur ou le démarreur se trouvant dans les conditions de B.2.2.1 et B.2.2.2, en utilisant, s'il y a lieu, les modalités d'essai de B.2.2.3, sauf que le remplacement des contacts n'est pas autorisé.

Dans le cas des démarreurs, si le contacteur associé a déjà satisfait à un essai équivalent, il n'est pas nécessaire de renouveler l'essai sur le démarreur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau B.1 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Valeur de courant assigné d'emploi	Etablissement			Coupure		
		I/I_e	U/U_e	Cos ϕ [a]	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos ϕ [a]
AC-1	Toutes valeurs	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-2	Toutes valeurs	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	$I_e \leq 17$ A	6	1	0,65	1	0,17	0,65
	$I_e > 17$ A	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4	$I_e \leq 17$ A	6	1	0,65	6	1	0,65
	$I_e > 17$ A	6	1	0,35	6	1	0,35
		I/I_e	U/U_e	L/R [b] ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R [b] ms
DC-1	Toutes valeurs	1	1	1	1	1	1
DC-3	Toutes valeurs	2,5	1	2	2,5	1	2
DC-5	Toutes valeurs	2,5	1	7,5	2,5	1	7,5

I_e = courant assigné d'emploi

U_e = tension assignée d'emploi

I = courant établi

En courant alternatif, les conditions d'établissement sont exprimées en valeurs efficaces, étant entendu que la valeur de crête du courant asymétrique correspondant au facteur de puissance du circuit peut avoir une valeur plus grande.

U = tension appliquée

U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu

I_c = courant coupé

[a] Tolérance pour cos ϕ: ±0,05.

[b] Tolérance pour L/R: ±15 %.

B.3.2 Résultats à obtenir

Après l'essai, le contacteur ou le démarreur doit satisfaire aux conditions de fonctionnement telles que spécifiées en 9.3. 6.2 de la présente norme à température ambiante et supporter une tension d'essai diélectrique comme indiquée en 8.3.3.4.1, point 4) b), de la CEI 60947-1, et appliquée comme en 8.3.3.4.1, point 4), de la CEI 60947-1, la tension d'essai étant appliquée seulement:

– entre tous les pôles reliés entre eux et le bâti du contacteur ou du démarreur, et

– entre chaque pôle et tous autres pôles reliés au bâti du contacteur ou du démarreur.

B.3.3 Analyse statistique des résultats d'essais pour les contacteurs ou les démarreurs

La durabilité électrique d'un type de contacteur ou de démarreur est assignée par le fabricant et vérifiée par une analyse statistique des résultats d'essais. Le fabricant doit choisir une des trois méthodes B.3.3.1, B.3.3.2 ou B.3.3.3 comme étant la mieux adaptée par exemple en fonction des quantités envisagées pour la production ou en fonction du courant thermique conventionnel.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Pour les contacteurs ou les démarreurs fabriqués en petite quantité, les essais décrits en B.3.3.1 et B.3.3.2 ne sont pas applicables. Cependant, pour les contacteurs ou les démarreurs fabriqués en petite quantité et qui diffèrent aussi d'une conception de base uniquement par des modifications mineures n'ayant pas d'influence notable sur les caractéristiques, le fabricant peut assigner la durabilité électrique sur la base de l'expérience acquise avec des conceptions similaires, de l'analyse, des propriétés des matériaux, etc., et sur la base de l'analyse des résultats d'essais sur les appareils de même conception de base fabriqués en grande quantité.

NOTE Cet essai n'est pas destiné à servir à l'utilisateur d'essai d'acceptation par lots de fabrication ou de contrôle de production.

B.3.3.1 Essai simple 8

Huit contacteurs ou démarreurs doivent être essayés jusqu'à la durabilité électrique assignée. Jusqu'à deux défaillances, l'essai est considéré comme réussi.

B.3.3.2 Essai double 3

Trois contacteurs ou démarreurs doivent être essayés jusqu'à la durabilité électrique assignée. L'essai est considéré comme réussi s'il n'y a pas de défaillance et comme non réussi s'il y a plus d'une défaillance. S'il y a une seule défaillance, trois contacteurs ou démarreurs supplémentaires sont essayés jusqu'à la durabilité électrique assignée et, s'il n'y a pas de défaillance additionnelle, l'essai est considéré comme réussi. L'essai n'est pas réussi si à n'importe quel moment il y a un total de deux défaillances ou plus.

B.3.3.3 Autres méthodes

D'autres méthodes données dans la CEI 60410 peuvent également être utilisées. Le niveau de qualité d'acceptation maximal doit être de 10 %. La méthode choisie doit être indiquée dans le rapport d'essai.

NOTE L'essai simple 8 et l'essai double 3 sont tous deux donnés dans la CEI 60410 (voir Tableaux X-C-2 et X-D-2). Ces deux essais ont été choisis avec comme objectif de les baser sur l'essai d'un nombre limité de contacteurs ou de démarreurs et sur essentiellement les mêmes caractéristiques statistiques (niveau de qualité acceptable: 10 %).

B.4 Coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC associé

B.4.1 Généralités et définitions

B.4.1.1 Généralités

La présente annexe indique différentes méthodes de vérification du fonctionnement des démarreurs et du ou des DPCC associés à des courants inférieurs et supérieurs à celui qui correspond au point d'intersection I_{co} de leurs caractéristiques temps-courant respectives, fournies par le ou les constructeurs du démarreur et du DPCC, et les types de coordination correspondants décrits en 8.2.5.1.

La coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC peut être vérifiée soit par la méthode directe, avec l'essai spécial, décrite en B.4.2 soit, pour la coordination de type «2» uniquement, par la méthode indirecte décrite en B.4.5.

B.4.1.2 Termes et définitions

B.4.1.2.1
courant d'intersection I_{co}
courant correspondant au point d'intersection des courbes moyennes ou publiées représentant respectivement les caractéristiques temps-courant du relais de surcharge et du DPCC

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE Les courbes moyennes sont les courbes correspondant aux valeurs moyennes calculées à partir des tolérances sur les caractéristiques temps-courant données par le fabricant.

B.4.1.2.2
courant d'essai I_{cd}
courant d'essai plus grand que I_{co} tolérances comprises, déterminé par le fabricant et vérifié par les exigences données dans le Tableau B.2

B.4.1.2.3
caractéristique de tenue temps-courant des contacteurs/démarreurs
ensemble des courants qu'un contacteur/démarreur peut supporter en fonction du temps

B.4.2 Condition pour l'essai de coordination au courant d'intersection par une méthode directe

Le démarreur et son DPCC associé doivent être montés et raccordés comme en service normal. Tous les essais doivent être effectués à partir de l'état froid.

B.4.3 Courants d'essai et circuits d'essai

Le circuit d'essai doit être conforme à 8.3.3.5.2 de la CEI 60947-1, sauf que la tension transitoire oscillatoire n'a pas besoin d'être réglée. Les courants d'essai doivent être:

(i) $0{,}75\ I_{co}\ ^{0}_{-5}$ % et

(ii) $1{,}25\ I_{co}\ ^{+5}_{0}$ %

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être conforme au Tableau 7. Dans le cas de petits relais de résistance élevée, il est recommandé d'utiliser essentiellement des inductances de manière à avoir le facteur de puissance le plus faible possible. La tension de rétablissement doit être égale à 1,05 fois la tension assignée d'emploi.

Le DPCC doit être conforme à 8.2.5.1 et avoir les mêmes caractéristiques et les mêmes grandeurs assignées que celles des essais de 9.3.4.2.

Si l'appareil de connexion est un contacteur, sa bobine doit être alimentée par une source distincte à la tension assignée d'alimentation de commande de la bobine du contacteur et il doit être raccordé de façon à s'ouvrir lorsque le relais de surcharge fonctionne.

B.4.4 Modalités d'essai et résultats à obtenir

B.4.4.1 Procédure d'essai

Le démarreur et le DPCC étant en position de fermeture, les courants d'essai mentionnés en B.4.3 doivent être appliqués à l'aide d'un appareil de connexion distinct. Dans chaque cas, l'appareil essayé doit être à la température du local.

Après chaque essai, il faut inspecter le DPCC, réarmer le relais de surcharge et le déclencheur du disjoncteur, si nécessaire, ou remplacer tous les fusibles si l'un deux au moins a fondu.

B.4.4.2 Résultats à obtenir

Après l'essai au courant le plus faible (i) de B.4.3, le DPCC ne doit pas avoir fonctionné et le relais ou le déclencheur de surcharge doit avoir fonctionné pour ouvrir le démarreur, qui ne doit pas avoir subi de dommage.

Après l'essai au courant le plus fort (ii) de B.4.3, le DPCC doit avoir fonctionné avant le démarreur. Le démarreur doit répondre aux conditions de 9.3.4.2.3 pour le type de coordination déclaré par le fabricant.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

B.4.5 Vérification de la coordination au courant d'intersection par une méthode indirecte

~~NOTE Pour la coordination «1», la méthode indirecte, qui est à l'étude, peut être différente de la méthode décrite à l'Annexe B. Pour cette raison, la méthode indirecte pour la vérification de la coordination au point d'intersection est applicable seulement pour la coordination de type «2».~~

La méthode indirecte consiste à vérifier sur une courbe (voir Figure B.1) que les conditions suivantes pour la vérification de la coordination au courant d'intersection sont remplies:

– la caractéristique temps-courant du relais/déclencheur de surcharge, à partir de l'état froid, fournie par le constructeur, doit indiquer comment le temps de déclenchement varie avec le courant jusqu'à une valeur au moins égale à I_{co}; cette courbe doit être en dessous de la caractéristique temps-courant du DPCC jusqu'à I_{co};

– l'I_{cd} du démarreur, essayé selon B.4.5.1, doit être supérieur à I_{co};

– la «caractéristique de tenue temps-courant» du contacteur, essayé selon B.4.5.2, doit être au-dessus de la caractéristique temps-courant (à partir de l'état froid) du relais de surcharge jusqu'à I_{co}.

B.4.5.1 Essai pour I_{cd}

Le 9.3.4.1 s'applique avec le complément suivant.

– Procédure d'essai: le contacteur ou le démarreur doit établir et couper le courant d'essai (I_{cd}) pour le nombre de cycles de manœuvres donné dans le Tableau B.2 ci-dessous. Cela est fait sans le DPCC dans le circuit.

Tableau B.2 – Conditions d'essai

	U_r/U_e	Cos ϕ	Durée de passage du courant (voir Note 2) s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
I_{cd}	1,05	Voir Note 1	0,05	Voir Note 3	3
NOTE 1 Facteur de puissance à déterminer selon le Tableau 16 de la CEI 60947-1. NOTE 2 La durée peut être inférieure à 0,05 s à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture. NOTE 3 Voir Tableau 8.					

– Comportement des contacteurs et démarreurs pendant et après l'essai I_{cd}:

a) au cours de l'essai, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles, ni fusion de l'élément fusible inséré dans le circuit de terre (voir 9.3.4.1.2), ni soudure des contacts.

b) après l'essai:

1) les contacts doivent fonctionner correctement lorsque le contacteur ou le démarreur est manœuvré par le mode de commande approprié;

2) les propriétés diélectriques des contacteurs et des démarreurs doivent être vérifiées par un essai diélectrique sur le contacteur ou le démarreur avec une tension d'essai essentiellement sinusoïdale égale au double de la tension assignée d'emploi U_e utilisée pour l'essai au courant I_{cd}, avec un minimum de 1 000 V. La tension d'essai doit être appliquée pendant ~~60~~ 5 s, comme cela est spécifié en 8.3.3.4.1 de la CEI 60947-1, points 2) c) i) et 2) c) ii).

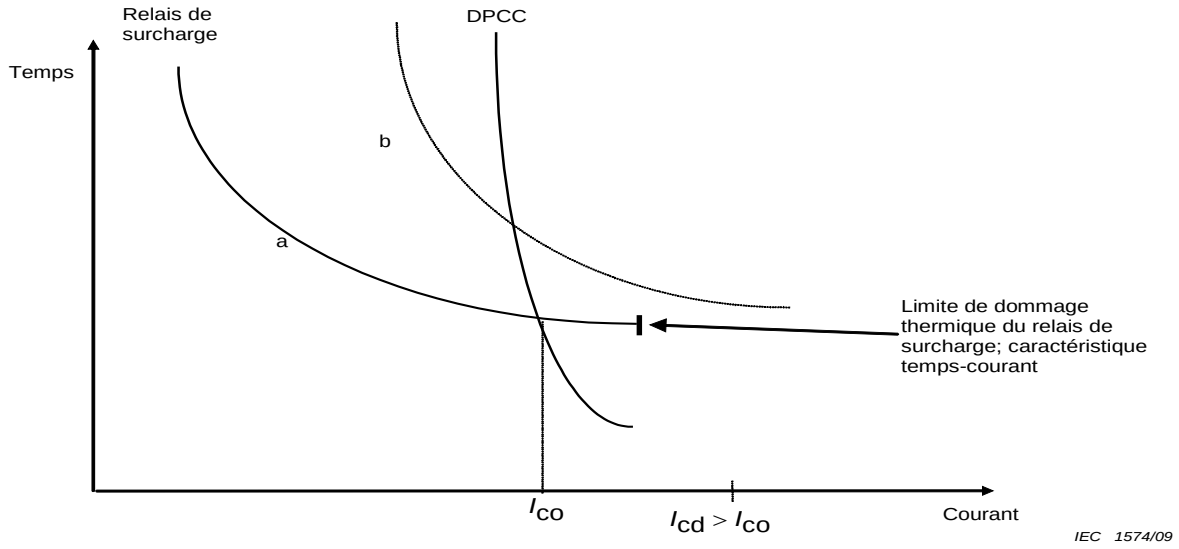
B.4.5.2 Caractéristique de tenue temps-courant des contacteurs/démarreurs

Cette caractéristique est fournie par le fabricant et les valeurs sont obtenues selon la procédure d'essai spécifié en 9.3.5 mais avec des combinaisons de courants de surcharge et

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

de durées pour établir la caractéristique au moins jusqu'à I_{co}, en adjonction de celles spécifiées en 8.2.4.4.

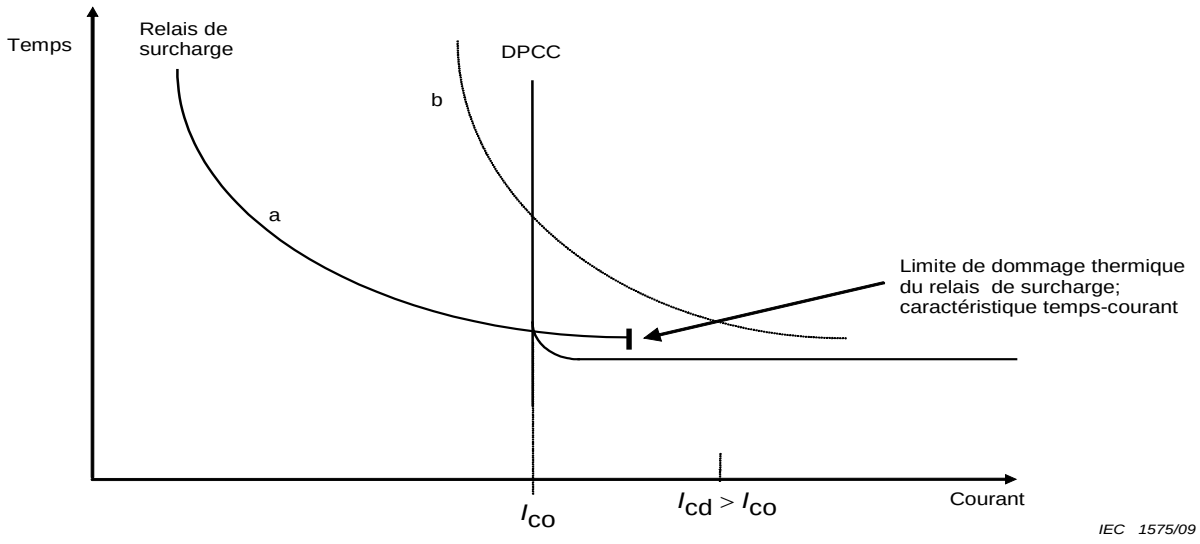
Cette caractéristique est valable pour les courants de surcharge, le contacteur étant à température ambiante. Il convient que la durée de refroidissement minimale nécessaire au contacteur entre deux essais de surcharge soit établie par le fabricant.



a caractéristique temps-courant moyenne du relais de surcharge à partir de l'état froid

b caractéristique de tenue temps-courant du contacteur

Figure B.1a – Coordination avec fusible



a caractéristique temps-courant moyenne du relais de surcharge à partir de l'état froid

b caractéristique de tenue temps-courant du contacteur

Figure B.1b – Coordination avec disjoncteur

Figure B.1 – Exemples de caractéristique de tenue temps-courant

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe C

Vacant

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe D
(informative)

Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur

NOTE Dans le cadre de la présente annexe:

– le mot *accord* s'entend dans un sens très large;

– le mot *utilisateur* comprend les stations d'essais.

L'Annexe J de la CEI 60947-1 est applicable en ce qui concerne les articles et les paragraphes auxquels se réfère la présente norme, avec les compléments suivants.

Numéro d'article ou de paragraphe de la présente norme	Point
1.1.2.3	Exigences supplémentaires relatives à la marche par à-coups et l'inversion de marche des démarreurs à deux sens de marche
5.3.4.3 – Note	Protection contre les surcharges des démarreurs pour service intermittent
5.3.5.5.3	Intervalle de temps entre deux démarrages successifs des démarreurs par autotransformateur dont la durée de démarrage est supérieure à 15 s
5.4	Types d'emploi autres que les catégories d'emploi définies au Tableau 1
5.7.2	Applications particulières des relais ou déclencheurs à maximum de courant à fonctionnement instantané et des relais ou déclencheurs listés en 5.7.2 e)
5.7.3	Protection du circuit du rotor pour un démarreur rotorique à résistances
5.7.3	Protection de l'autotransformateur pour un démarreur par autotransformateur
5.7.5	Tolérances sur les caractéristiques temps/courant des relais de surcharge (indiquées par le fabricant)
5.10.2	Caractéristiques des dispositifs de commande automatique d'accélération
5.11; 5.12	Nature et dimensions des conducteurs de liaison: a) entre un démarreur par autotransformateur et l'autotransformateur, si celui-ci est livré séparément b) entre un démarreur rotorique à résistances et les résistances si celles-ci sont livrées séparément L'accord pour les points a) et b) est à conclure entre le fabricant du démarreur et celui du transformateur ou celui des résistances, suivant le cas
8.2.2.7.3	Caractéristiques assignées des enroulements spéciaux (à préciser par le fabricant)
Tableau 7	Vérification des conditions d'établissement effectuée au cours de l'essai d'établissement et de coupure (accord du fabricant)
Tableau 13	Valeur du courant présumé «*r*» pour l'essai de courant de court-circuit conditionnel des appareils de I_e > 1 600 A

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe E
(informative)

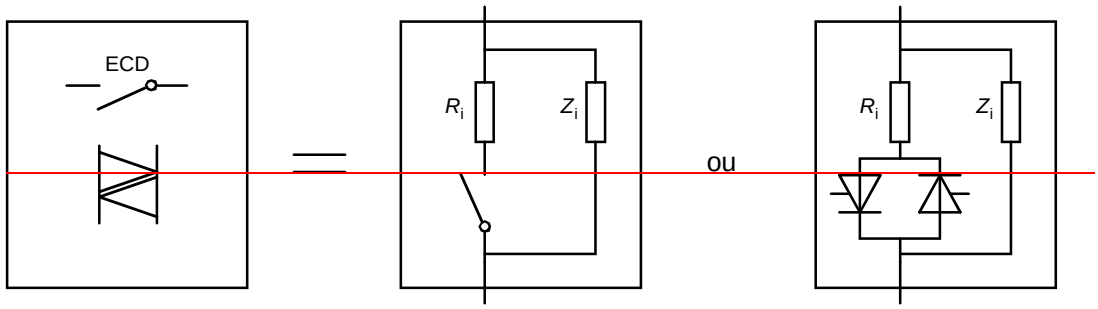
Exemples de configuration de circuits de commande
(Vacant)

E.1 Appareil externe de commande (ECD)

E.1.1 Définition d'un ECD

Tout élément externe qui sert à agir sur la commande du contacteur ou du démarreur.

E.1.2 Représentation schématique d'un ECD



IEC 1215/99

E.1.3 Paramètres d'un ECD

– R_i: résistance interne;

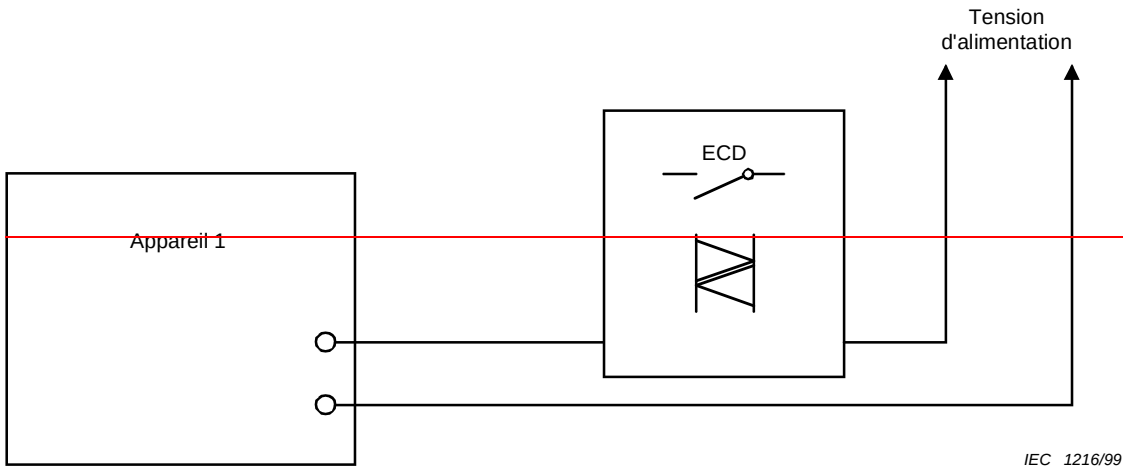
– Z_i: impédance interne de fuite.

NOTE Dans le cas où un ECD est un bouton-poussoir mécanique, R_i est souvent négligée et Z_i est souvent prise égale à l'infini (∞).

E.2 Configurations du circuit de commande

E.2.1 Contacteur ou démarreur avec alimentation de commande externe

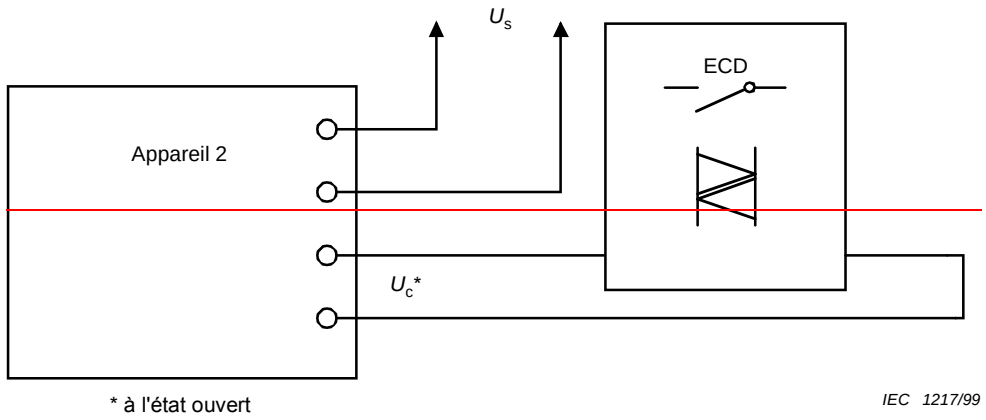
E.2.1.1 Entrée unique d'alimentation et de commande



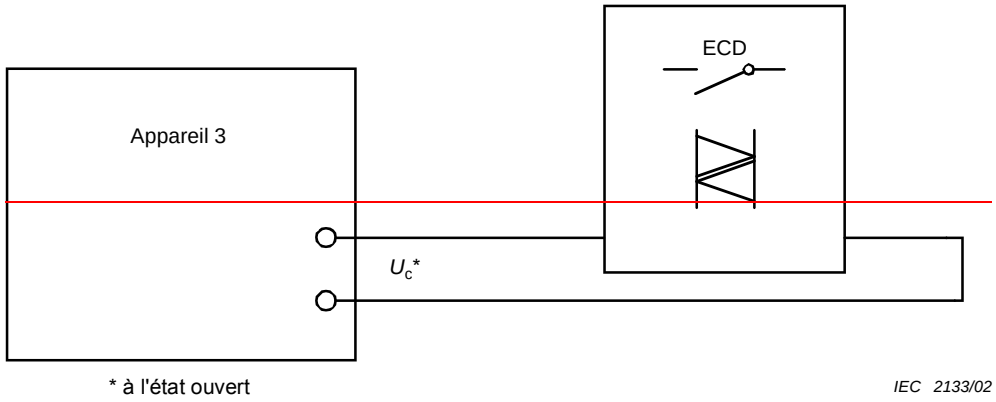
IEC 1216/99

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

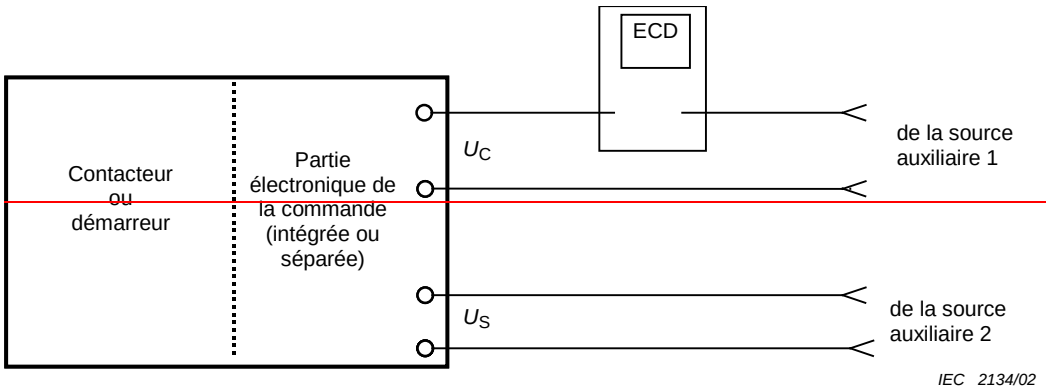
E.2.1.2 Entrées d'alimentation et de commande séparées



E.2.2 Contacteur ou démarreur avec une alimentation de commande interne et une entrée de commande seulement

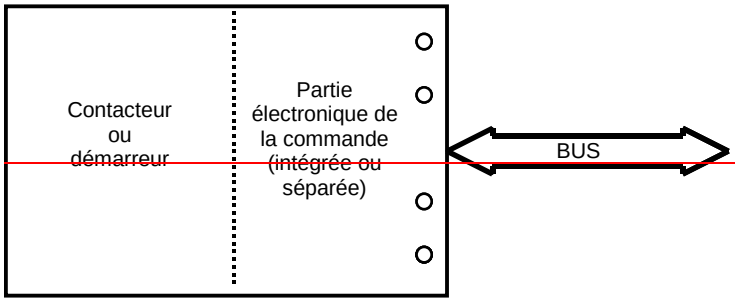


E.2.3 Contacteur ou démarreur avec plusieurs alimentations de commande externes



Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

~~E.2.4 Contacteur ou démarreur avec bus d'interface (peut être combiné avec d'autres configurations de circuit)~~



IEC 2135/02

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe F
(normative)

Exigences pour un contact auxiliaire lié à un contact de puissance (contact miroir)

F.1 Domaine d'application et objet

F.1.1 Domaine d'application

La présente annexe est applicable aux contacts auxiliaires mécaniquement liés avec les contacts de puissance d'un contacteur et appelés contacts miroirs dans le but d'éviter toute confusion avec les éléments de contact mécaniquement liés traités dans l'Annexe L de la CEI 60947-5-1. Cependant, cela n'empêche pas un contact auxiliaire donné de satisfaire à la fois aux exigences de la présente annexe pour un contact miroir et aux exigences de l'Annexe L de la CEI 60947-5-1 pour un contact mécaniquement lié.

NOTE 1 Une application typique des contacts miroirs est d'avoir, dans un circuit de commande de machine, un contrôle de l'état d'un contacteur avec un niveau de fiabilité élevé. Cependant, il convient de ne pas considérer les contacts miroirs comme un moyen permettant à lui seul d'assurer la sécurité.

NOTE 2 Les contacts miroirs ont auparavant été désignés comme des contacts positifs de sécurité, des contacts forcés, des contacts liés ou des contacts à manœuvre positive.

NOTE 3 La signification de la formule « mécaniquement liés » s'applique également aux blocs de contacts additionnels pouvant être montés par l'utilisateur.

F.1.2 Objet

La présente annexe fournit les spécifications complémentaires (définition, exigences et essais) qui doivent être utilisées pour établir les caractéristiques de conception, le marquage et les performances exigés pour des contacts miroirs.

F.2 Termes et définitions

Pour les besoins de cette annexe, le terme et la définition suivants s'appliquent.

F.2.1
contact miroir
contact auxiliaire normalement fermé qui ne peut pas être dans la position fermée simultanément avec le contact principal normalement ouvert, dans les conditions définies à l'Article F.7

NOTE Un contacteur peut avoir plus d'un contact miroir.

F.3 Caractéristiques

Tous les contacts miroirs doivent aussi satisfaire aux exigences appropriées données dans la présente norme.

F.4 Informations sur le matériel

L'Article 6 est applicable avec le complément suivant.

Les contacts miroirs doivent être clairement identifiés:

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

– sur le contacteur lui-même, ou

– dans la documentation du fabricant, ou

– les deux.

Lorsqu'un symbole est utilisé pour identifier un contact miroir, il doit être tel qu'indiqué à la Figure F.1.

IEC 2136/02

Figure F.1 – Contact miroir

F.5 Conditions normales de service, de montage et de transport

Il n'y a pas d'exigences supplémentaires.

F.6 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement

L'Article 8 est applicable avec le complément suivant.

Lorsque n'importe lequel des contacts principaux est fermé, aucun contact miroir ne doit être fermé.

NOTE L'auto-surveillance du circuit comprenant le contact miroir est recommandée.

F.7 Essais

F.7.1 Généralités

L'Article 9 est applicable avec le complément suivant.

Les essais doivent être effectués conformément à la fois à F.7.2 et à F.7.3.

F.7.2 Essais sur produits à l'état neuf

Pour chaque contact miroir, l'essai doit être effectué sur *m* produits, où *m* est le nombre de contacts principaux.

Un produit à l'état neuf est utilisé pour essayer chaque contact miroir avec chacun des contacts principaux.

Les essais doivent être effectués sur des produits neufs et propres. La procédure d'essai doit être la suivante:

a) Pour simuler l'occurrence d'une soudure sur un pole principal, un contact principal doit être maintenu en position fermée, par exemple en soudant ou collant chaque point de contact (par exemple pour un contact à double coupure, la soudure est faite aux deux points de contact). L'épaisseur de soudure ou de collage doit être telle que la distance entre les contacts ne soit pas modifiée de manière significative et la méthode utilisée doit être décrite dans le rapport d'essai.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when print

b1) Avec la bobine de commande non alimentée, un essai de tension de choc de 2,5 kV au niveau de la mer (il est recommandé de faire la correction selon le Tableau F.1 ci-dessous, calculée à partir du Tableau 12 de la CEI 60947-1) doit être appliqué aux bornes du contact miroir. Il ne doit pas y avoir de décharge disruptive.

Tableau F.1 – Tensions d'essai selon l'altitude

Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5 kV	2,37 kV	2,37 kV	2,29 kV	2,12 kV
NOTE Cet essai assure une distance minimale de 0,5 mm, conformément aux Figures A.1, A.2 et A.3 de la CEI 60664-1 à partir desquelles a été établi le Tableau 13 de la CEI 60947-1.				

b2) En méthode alternative en 1), avec la bobine de commande non alimentée, la distance intercontacts doit être mesurée à l'aide de moyens directs; elle doit être supérieure à 0,5 mm. Lorsqu'il y a deux distances intercontacts ou d'avantage en série, la somme des distances intercontacts doit être supérieure à 0,5 mm.

Les séquences a) et b) (1) ou 2)) sont répétées sur de nouveaux échantillons pour chaque contact principal soudé successivement.

F.7.3 **Essai après le fonctionnement conventionnel en service** (défini au Tableau 10)

A la fin des essais de fonctionnement conventionnel en service selon 9.3.3.6, il doit être vérifié que, la bobine de commande étant alimentée, le contact miroir supporte sa tension assignée d'isolement U_i.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe G
(informative)

Courants assignés d'emploi et puissances assignées d'emploi des appareils de connexion pour moteurs électriques

G.1 Généralités

Les valeurs indiquées au Tableau G.1 sont des valeurs guides pour la relation entre les courants assignés d'emploi et les puissances assignées d'emploi. Il est recommandé de les utiliser lorsque des informations relatives à des produits doivent être fournies aux clients.

Les informations de la présente annexe sont applicables à toutes sortes d'appareils de connexion pour moteurs électriques.

Les valeurs sont harmonisées à la CEI et servent donc de base pour toute information sur le matériel donnée par le fabricant.

Les valeurs indiquées au Tableau G.1 sont les courants assignés d'emploi typiques de moteurs pour les puissances assignées d'emploi correspondantes.

Si les appareils sont en conformité avec ces valeurs, ils sont capables de mettre sous tension et hors tension la plupart des moteurs électriques existants.

Ces valeurs établissent une ligne directrice harmonisée pour la conception des appareils de connexion.

G.2 Puissances assignées d'emploi et courants assignés d'emploi

La puissance assignée d'emploi est associée avec chacun des courants assignés d'emploi correspondant à différentes tensions conformément au Tableau G.1.

Les valeurs guides des courants assignés d'emploi sont déterminées sur la base d'un moteur à cage d'écureuil à quatre pôles de 400 V, 1 500 min^{-1} et 50 Hz. Les courants assignés d'emploi pour les autres tensions sont calculés sur la base des valeurs à 400 V.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau G.1 – Puissances assignées d'emploi et courants assignés d'emploi des moteurs

Puissance assignée d'emploi		Valeurs guides des courants assignés d'emploi à										
kW [a]	hp [b]	110-120 V A	200 V A	208 V A	230 V A	220-240 V A	380-415 V A	400 V A	440-480 V A	500 V A	550-600 V A	690 V A
0,06 0,09 0,12	– – –	– – –	– – –	– – –	0,35 0,52 0,70	– – –	– – –	0,20 0,30 0,44	– – –	0,16 0,24 0,32	– – –	0,12 0,17 0,23
0,18 0,25 0,37	– – –	– – –	– – –	– – –	1,0 1,5 1,9	– – –	– – –	0,60 0,85 1,10	– – –	0,48 0,68 0,88	– – –	0,35 0,49 0,64
– 0,55 –	1/2 – 3/4	4,4 – 6,4	2,5 – 3,7	2,4 – 3,5	– 2,6 –	2,2 – 3,2	1,3 – 1,8	– 1,5 –	1,1 – 1,6	– 1,2 –	0,9 – 1,3	– 0,87 –
– 0,75 1,1	1 – –	8,4 – –	4,8 – –	4,6 – –	– 3,3 4,7	4,2 – –	2,3 – –	– 1,9 2,7	2,1 – –	– 1,5 2,2	1,7 – –	– 1,1 1,6
– – 1,5	1-1/2 2 –	12,0 13,6 –	6,9 7,8 –	6,6 7,5 –	– – 6,3	6,0 6,8 –	3,3 4,3 –	– – 3,6	3,0 3,4 –	– – 2,9	2,4 2,7 –	– – 2,1
2,2 – 3,0	– 3 –	– 19,2 –	– 11,0 –	– 10,6 –	8,5 – 11,3	– 9,6 –	– 6,1 –	4,9 – 6,5	– 4,8 –	3,9 – 5,2	– 3,9 –	2,8 – 3,8
4 – 5,5	– 5 –	– 30,4 –	– 17,5 –	– 16,7 –	15 – 20	– 15,2 –	– 9,7 –	8,5 – 11,5	– 7,6 –	6,8 – 9,2	– 6,1 –	4,9 – 6,7
– – 7,5	7-1/2 10 –	44,0 56,0 –	25,3 32,2 –	24,2 30,8 –	– – 27	22,0 28,0 –	14,0 18,0 –	– – 15,5	11,0 14,0 –	– – 12,4	9,0 11,0 –	– – 8,9
11 – –	– 15 20	– 84 108	– 48,3 62,1	– 46,2 59,4	38,0 – –	– 42,0 54,0	– 27,0 34,0	22,0 – –	– 21,0 27,0	17,6 – –	– 17,0 22,0	12,8 – –
15 18,5 –	– – 25	– – 136	– – 78,2	– – 74,8	51 61 –	– – 68	– – 44	29 35 –	– – 34	23 28 –	– – 27	17 21

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printed.

Tableau G.1 *(suite)*

Puissance assignée d'emploi		Valeurs guides des courants assignés d'emploi à										
kW [a]	hp [b]	110-120 V A	200 V A	208 V A	230 V A	220-240 V A	380-415 V A	400 V A	440-480 V A	500 V A	550-600 V A	690 V A
22	–	–	–	–	72	–	–	41	–	33	–	24
–	30	160	92	88	–	80	51	–	40	–	32	–
–	40	208	120	114	–	104	66	–	52	–	41	–
30	–	–	–	–	96	–	–	55	–	44	–	32
37	–	–	–	–	115	–	–	66	–	53	–	39
–	50	260	150	143	–	130	83	–	65	–	52	–
–	60	–	177	169	–	154	103	–	77	–	62	–
45	–	–	–	–	140	–	–	80	–	64	–	47
55	–	–	–	–	169	–	–	97	–	78	–	57
–	75	–	221	211	–	192	128	–	96	–	77	–
–	100	–	285	273	–	248	165	–	124	–	99	–
75	–	–	–	–	230	–	–	132	–	106	–	77
90	–	–	–	–	278	–	–	160	–	128	–	93
–	125	–	359	343	–	312	208	–	156	–	125	–
110	–	–	–	–	340	–	–	195	–	156	–	113
–	150	–	414	396	–	360	240	–	180	–	144	–
132	–	–	–	–	400	–	–	230	–	184	–	134
–	200	–	552	528	–	480	320	–	240	–	192	–
150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
160	–	–	–	–	487	–	–	280	–	224	–	162
185	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	250	–	–	–	–	604	403	–	302	–	242	–
200	–	–	–	–	609	–	–	350	–	280	–	203
220	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	300	–	–	–	–	722	482	–	361	–	289	–
250	–	–	–	–	748	–	–	430	–	344	–	250
280	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	350	–	–	–	–	828	560	–	414	–	336	–
–	400	–	–	–	–	954	636	–	477	–	382	–
300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when print

Tableau G.1 *(suite)*

Puissance assignée d'emploi		Valeurs guides des courants assignés d'emploi à										
kW [a]	hp [b]	110-120 V A	200 V A	208 V A	230 V A	220-240 V A	380-415 V A	400 V A	440-480 V A	500 V A	550-600 V A	690 V A
315	–	–	–	–	940	–	–	540	–	432	–	313
–	450	–	–	–	–	1 030	–	–	515	–	412	–
335	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
355	–	–	–	–	1 061	–	–	610	–	488	–	354
–	500	–	–	–	–	1 180	786	–	590	–	472	–
375	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
400	–	–	–	–	1 200	–	–	690	–	552	–	400
425	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
450	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
475	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
500	–	–	–	–	1 478	–	–	850	–	680	–	493
530	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
560	–	–	–	–	1 652	–	–	950	–	760	–	551
600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
630	–	–	–	–	1 844	–	–	1 060	–	848	–	615
670	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
710	–	–	–	–	2 070	–	–	1 190	–	952	–	690
750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
800	–	–	–	–	2 340	–	–	1 346	–	1 076	–	780
850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
900	–	–	–	–	2 640	–	–	1 518	–	1 214	–	880
950	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1 000	–	–	–	–	2 910	–	–	1 673	–	1 339	–	970

[a] Valeurs assignées préférées selon la CEI 60072-1 (série primaire).

[b] Valeurs Horsepower (en cheval-vapeur) et de courant selon UL 508 (en 60 Hz).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when print

Annexe H
(normative)

Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge

H.1 Domaine d'application

H.1.1 Généralités

La présente annexe est destinée à couvrir les fonctions étendues intégrées dans les relais électroniques de surcharge (voir aussi la note de 5.7) mais non directement liées à la protection contre les surcharges. Les fonctions étendues peuvent également assurer certaines fonctions de commande. Les fonctions de commande sont à l'étude.

NOTE Un relais électronique avec fonctions étendues peut aussi être désigné sur le terrain sous des termes comme «système de gestion de moteur», «protecteur de moteur»...

La présente annexe est applicable seulement aux relais électroniques destinés à être utilisés dans des circuits à courant alternatif.

H.1.2 Fonction de défaut à la terre

Les dispositifs réagissant aux courants de défaut à la terre sont utilisés comme systèmes de protection. De tels dispositifs sont fréquemment utilisés en conjonction avec, ou comme partie intégrante, des relais électroniques de surcharge pour détecter un courant de défaut à la terre dans le matériel dans le but de fournir une protection supplémentaire contre le feu et contre d'autres risques qui peuvent être la conséquence d'un défaut de terre de nature durable qui ne peut pas être détecté par la fonction de surintensité. Le comportement causé par la présence d'une composante à courant continu n'est pas examiné.

La présente annexe n'est pas applicable aux dispositifs de protection par courant résiduel destinés à protéger les installations; ceux-ci sont couverts par la CEI 60947-2.

NOTE Cette protection contre le défaut à la terre n'est pas destinée à fournir une protection contre les chocs électriques.

H.2 Termes et définitions

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

H.2.1
relais électronique de surcharge avec détection de défaut à la terre
relais de défaut à la terre

relais électronique multipolaire qui fonctionne lorsque la somme vectorielle des courants circulant dans le circuit principal a augmenté au-dessus d'une valeur prédéterminée, conformément aux exigences spécifiées

NOTE Pour faciliter la lecture, le terme «relais de défaut à la terre » est utilisé dans le reste de cette annexe.

H.2.2
relais électronique de surcharge avec détection de déséquilibre de courant
relais de déséquilibre de courant

relais électronique de surcharge qui fonctionne en cas de déséquilibre d'amplitude de courant, conformément aux exigences spécifiées

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE Pour faciliter la lecture, le terme «relais de déséquilibre de courant» est utilisé dans le reste de cette annexe.

H.2.3
relais électronique de surcharge avec détection de déséquilibre de tension
relais de déséquilibre de tension
relais électronique de surcharge qui fonctionne dans le cas de déséquilibre d'amplitude de tension, conformément aux exigences spécifiées

NOTE Pour faciliter la lecture, le terme «relais de déséquilibre de tension» est utilisé dans le reste de cette annexe.

H.2.4
relais électronique de surcharge avec détection d'inversion de phase
relais d'inversion de phase
relais électronique multipolaire de surcharge qui fonctionne dans le cas d'ordre incorrect des phases du côté alimentation du démarreur, conformément aux exigences spécifiées

NOTE Pour faciliter la lecture, le terme «relais d'inversion de phase» est utilisé dans le reste de cette annexe.

H.2.5
relais électronique de surcharge avec détection de maximum de tension
relais à maximum de tension
relais électronique de surcharge qui fonctionne lorsque la tension a augmenté au-dessus d'une valeur prédéterminée, conformément aux exigences spécifiées

NOTE Pour faciliter la lecture, le terme «relais à maximum de tension» est utilisé dans le reste de cette annexe.

H.2.6
relais électronique de surcharge avec détection de minimum de puissance
relais à minimum de puissance
relais électronique de surcharge qui fonctionne dans le cas d'une amplitude de puissance inférieure à une valeur prédéterminée conformément aux exigences spécifiées.

NOTE Pour faciliter la lecture, le terme «relais à minimum de puissance» est utilisé dans le reste de cette annexe.

H.2.7
courant d'inhibition (I_{ic})
courant de défaut au-dessus duquel un appareil de connexion n'est pas initialisé pour s'ouvrir

H.3 Classification des relais électroniques de surcharge

Les critères de qualification sont donnés de H.2.1 à H.2.5.

H.4 Types de relais

Type CI-A et CI-B: un relais électronique de surcharge de type CI est un relais qui initialisera l'ouverture de l'appareil de connexion à tous les niveaux du courant de défaut.

Type CII-A et CII-B: un relais électronique de surcharge de type CII est un relais qui n'initialisera pas l'ouverture de l'appareil de connexion au-dessus du réglage du niveau de courant I_{ic} (courant d'inhibition).

NOTE 1 Le type CII(-A ou –B) est normalement utilisé avec les appareils de connexion ayant un pouvoir de coupure inférieur au courant par défaut maximal attendu. Le réglage du courant d'inhibition I_{ic} est ajusté selon le pouvoir de coupure maximal de l'appareil de connexion.

NOTE 2 Le type (CI ou CII)-A se différencie du type (CI ou CII)-B de par ses caractéristiques de fonctionnement (voir Tableau H.1).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

H.5 Dispositions relatives au fonctionnement

H.5.1 Limites de fonctionnement des relais de défaut à la terre

Un relais de défaut à la terre doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture de celui-ci conformément aux exigences indiquées au Tableau H.1. Pour les relais munis d'une gamme de réglage du courant de défaut à la terre, la limite de fonctionnement du relais doit être vérifiée aux réglages le plus bas et le plus élevé.

Tableau H.1 – Temps de fonctionnement des relais de défaut à la terre

Type	Multiples des réglages de courant de défaut à la terre	Temps de déclenchement T_p ms
CI-A et CII-A	≤ 0,9 1,1	Pas de déclenchement $10 < T_p \leq 1\,000$
CI-B et CII-B	≤ 0,75 1,25	Pas de déclenchement $10 < T_p \leq 5\,000$

H.5.2 Limites de fonctionnement des relais de défaut à la terre Type CII(-A et -B)

Le H.5.1 est applicable avec le complément suivant.

Un relais de défaut à la terre de type CII ne doit pas, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, initialiser le fonctionnement de celui-ci, en présence d'un courant de défaut à la terre, lorsque le courant de défaut dans n'importe quelle phase atteint ou dépasse 95 % du réglage du niveau de courant I_{ic} (voir H.4) et doit provoquer l'ouverture du matériel lorsque le courant de défaut dans n'importe quelle phase est égal ou inférieur à 75 % de I_{ic}.

H.5.3 Limites de fonctionnement des relais de déséquilibre de tension

Un relais de déséquilibre de tension doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture de celui-ci à n'importe laquelle des valeurs temporelles mais au plus dans les 120 % de la valeur de réglage du temps et doit empêcher la fermeture de l'appareil de connexion lorsque le déséquilibre de tension, défini comme le ratio U_{imb} (1) entre l'écart de tension maximum de n'importe quelle phase et la moyenne de tension U_{avg}, est supérieure à 1,2 fois la valeur de réglage de déséquilibre de tension.

$$U_{imb} = \frac{\underset{i=1}{\overset{n}{\mathrm{Max}}} \left| U_i - U_{avg} \right|}{U_{avg}} \qquad \text{(H.1)}$$

où

$U_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^{n} U_i}{n}$, n étant le nombre de phases et U_i la valeur efficace de chaque phase.

Lorsque le temps de fonctionnement est inférieur à 1 s, la tolérance doit être donnée par le fabricant.

H.5.4 Limites de fonctionnement des relais d'inversion de phase

Un relais d'inversion de phase doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, autoriser la fermeture du matériel lorsque l'ordre des phases du côté alimentation du démarreur est le même que le réglage de l'ordre des phases. Après inversion de deux phases, le relais d'inversion de phase doit empêcher la fermeture du matériel.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

H.5.5 Limites de fonctionnement des relais de déséquilibre de courant

Un relais de déséquilibre de courant doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture du matériel dans les 80 % à 120 % du réglage de temps lorsque le déséquilibre de courant, défini comme le rapport (1) entre l'écart maximal de courant de toute phase par rapport au courant moyen I_{avg} et le courant moyen I_{avg} est supérieur à 1,2 fois le réglage de déséquilibre de courant, les exigences de déclenchement générales définies en 8.2.1.5.1.1 étant maintenues.

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Max}\left|I_i - I_{avg}\right|_{i=1}^{n}}{I_{avg}} \qquad \text{(H.2)}$$

où

$I_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^{n} I_i}{n}$, n est le nombre de phases et I_i la valeur efficace de chaque phase.

Lorsque le temps de fonctionnement est inférieur à 1 s, la tolérance doit être donnée par le fabricant.

H.5.6 Limites de fonctionnement des relais à maximum de tension

a) Tension de fonctionnement

Un relais à maximum de tension doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture du matériel et doit empêcher la fermeture du matériel lorsque la tension d'alimentation est supérieure à la valeur de réglage, s'il y a lieu, ou supérieure à 110 % de la tension assignée du relais pendant une durée définie.

b) Temps de fonctionnement

Pour un relais à maximum de tension temporisé, le retard doit être mesuré à partir de l'instant où la tension atteint la valeur de fonctionnement jusqu'à l'instant où le relais agit sur le dispositif de déclenchement du matériel.

H.5.7 Limites de fonctionnement des relais à minimum de puissance

Un relais à minimum de puissance doit provoquer l'ouverture de l'appareil de connexion à toute valeur temporelle mais au plus dans les 120 % de la valeur de réglage du temps lorsque la puissance de charge est inférieure à 0,8 fois le réglage du minimum de puissance.

H.6 Essais

H.6.1 Limites de fonctionnement des relais de défaut à la terre type CI et CII (-A et -B)

Les limites de fonctionnement doivent être conformes à H.5.1 et vérifiées de la façon suivante.

Pour les relais de surcharge munis d'un réglage du courant de défaut à la terre ajustable, l'essai doit être effectué aux réglages maximal et minimal du courant. Le circuit d'essai doit être conforme à la Figure H.1 ou au moyen d'une source de courant contrôlée pour la génération du courant de défaut. L'essai doit être effectué à toute tension commode et à tout courant commode.

Le circuit d'essai étant étalonné à chacune des valeurs du courant de défaut à la terre de fonctionnement spécifiées au Tableau H.1, selon le cas, et l'interrupteur S1 étant en position fermée, le courant d'essai est soudainement établi par la fermeture de l'interrupteur S2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Pour les relais de défaut à la terre de type CII, le courant d'inhibition doit être ajusté à une valeur au moins 30 % supérieure à la valeur de réglage maximum du courant de défaut à la terre.

H.6.2 Vérification de la fonction d'inhibition des relais de défaut à la terre type CII(-A et -B)

Pour les relais de surcharge munis d'un réglage du courant de défaut à la terre ajustable, l'essai doit être effectué au réglage le plus bas.

Pour les relais de surcharge munis d'un réglage du courant d'inhibition I_{ic} ajustable, l'essai doit être effectué aux réglages maximal et minimal de I_{ic}.

NOTE Le courant d'inhibition doit être réglé à une valeur supérieure au courant minimum de défaut à la terre

L'impédance Z est ajustée de manière à laisser circuler un courant dans le circuit égal à:

a) 95 % du courant d'inhibition I_{ic}

L'interrupteur S1 étant en position fermée, le courant d'essai est établi par la fermeture de l'interrupteur S2.

Le relais de surcharge ne doit pas provoquer l'ouverture de l'appareil de connexion.

b) 75 % du courant d'inhibition I_{ic}

L'interrupteur S1 étant en position fermée, le courant d'essai est établi par la fermeture de l'interrupteur S2.

Le relais de surcharge doit provoquer l'ouverture de l'appareil de connexion.

Chaque phase doit être essayée séparément.

H.6.3 Relais de déséquilibre de courant

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à H.5.5.

H.6.4 Relais de déséquilibre de tension

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à H.5.3.

H.6.5 Relais à inversion de phase

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à H.5.4.

H.6.6 Relais à maximum de tension

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à H.5.6.

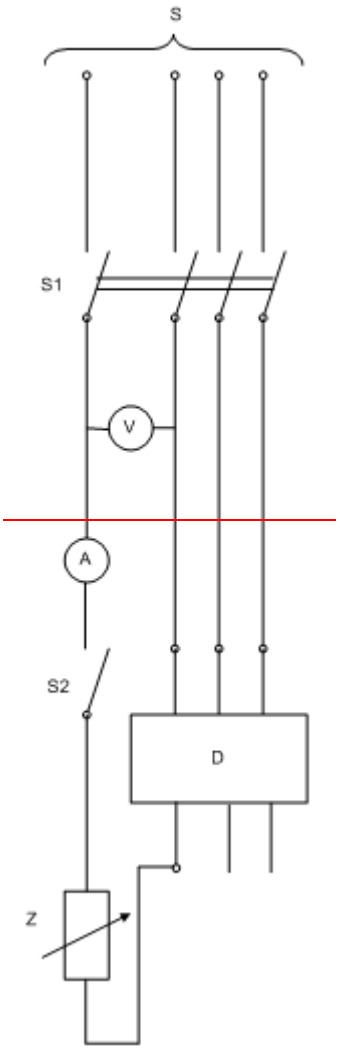
H.6.7 Relais à minimum de courant

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à H.5.7.

H.7 Essais individuels et sur prélèvement

Les relais électroniques de surcharge à fonctions étendues doivent être, en complément des essais de 9.3.6, soumis à des essais supplémentaires pour vérifier le fonctionnement correct de leurs fonctions additionnelles appropriées, conformément à H.5.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



IEC 1576/09

Légende

S alimentation (trois phases exigées seulement si nécessaire pour alimenter l'appareil)

V voltmètre

A ampèremètre

S1 interrupteur multipolaire

S2 interrupteur unipolaire

D relais de surcharge soumis à l'essai

Z impédance ajustable

Figure H.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement d'un relais de défaut à la terre

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

H.1 Généralités

L'Annexe T de la CEI 60947-1:2007, Amendement 1 s'applique avec les compléments suivants:

H.2 Termes et définitions

H.2.1
relais électronique de surcharge avec fonctions de commande
relais électronique multipolaire avec manœuvres de commande de moteur par ses entrées et sorties

NOTE Exemple de fonctions de commande: commande d'inversion, commande de deux vitesses, commande étoile-triangle, etc.

H.2.2
relais électronique de surcharge avec fonction de redémarrage à minimum de tension
relais électronique agissant lorsque la tension appliquée au circuit principal ou au circuit de commande est réduite au-dessous d'une valeur prédéterminée et se réinitialisant automatiquement (avec ou sans retard) lorsque la tension est rétablie

H.2.3
relais électronique de surcharge avec fonction de redémarrage à minimum de tension du circuit principal
relais électronique de surcharge avec fonction de redémarrage à minimum de tension agissant uniquement sur le circuit principal

H.2.4
relais électronique de surcharge avec fonction de redémarrage à minimum de tension du circuit de commande
relais électronique de surcharge avec fonction de redémarrage à minimum de tension agissant uniquement sur le circuit de commande

NOTE La fonction de redémarrage automatique peut être désactivée.

H.3 Limites d'action des fonctions de commande

H.3.1 Généralités

Les séquences temporelles de fonctionnement, les interactions avec les entrées et les sorties et les limites d'action doivent être décrites dans la documentation du fabricant.

Pour les fonctions de redémarrage de moteur, les gammes et les tolérances de temps et de détection des creux de tension et du retard de redémarrage après rétablissement de la tension doivent être indiquées dans la documentation du fabricant.

H.3.2 Limites du relais électronique de surcharge avec fonction de redémarrage à minimum de tension du circuit principal

Lorsqu'un minimum de tension ou une perte de tension se produit dans le circuit principal, le relais agit. Ce qui suit s'applique:

a) si la tension revient avant T1 (durée de repos pour réinitialisation immédiate), le relais de surcharge doit commander le circuit démarreur pour rétablir immédiatement les conditions de fonctionnement;

b) si la tension revient entre T1 et T2 (durée de repos pour réinitialisation), le relais doit se réinitialiser à la séquence de démarrage;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

c) si la tension revient après T2, le relais ne doit pas se réinitialiser automatiquement.

T1 et T2 sont réglables, et la valeur de T2 est supérieure à T1.

Les tolérances de la tension de seuil et des réglages de temps doivent être spécifiées par le fabricant, au maximum à ±10 %. Si la valeur de réglage de temps est inférieure à 1 s, le fabricant doit mentionner les tolérances.

H.4 Essai des fonctions de commande

L'essai des fonctions de commande doit être vérifié conformément à H.3 et il convient de vérifier au moins 3 fois chaque fonction de commande.

Pour les fonctions de redémarrage, le temps de détection pour une coupure de tension et le retard de redémarrage doivent être vérifiés conformément à H.3.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe I
(informative)

Contacteurs AC1 pour utilisation avec des moteurs commandés par des appareils à semiconducteurs

Les contacteurs sont souvent utilisés avec des gradateurs, des démarreurs ou des variateurs de vitesse à semiconducteurs. Les contacteurs pour de telles applications ne sont pas destinés à établir ou à couper des courants de moteurs sous la tension du réseau.

L'utilisation prévue est de transporter les courants de moteurs, soit du côté alimentation, soit du côté charge de tels appareils de commande à semiconducteurs, et de permettre à ceux-ci d'être déconnectés de l'alimentation et/ou de la charge dans la position arrêt. Une autre utilisation est de court-circuiter ces appareils de commande à semiconducteurs après la période de démarrage, généralement dans le but de réduire les pertes thermiques. Dans de telles applications, il convient que les contacteurs soient commandés et verrouillés de manière à les empêcher de s'ouvrir ou de se fermer lorsque le courant de charge est présent.

Lorsque les conditions ci-dessus sont satisfaites, les contacteurs peuvent être choisis selon la catégorie AC1.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe J

Vacant

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe K
(normative)

Procédure pour déterminer les données des contacteurs électromécaniques utilisés pour les applications de sécurité fonctionnelle

K.1 Généralités

K.1.1 Introduction

La fourniture de ces données est optionnelle et soumise à la discrétion du fabricant.

K.1.2 Domaine d'application et objet

La présente annexe spécifie les procédures pour la fourniture des données spécifiques caractérisant les performances des contacteurs électromécaniques dans les applications de sécurité fonctionnelle.

Ces données sont requises par les normes de sécurité fonctionnelle comprenant la série CEI 61508 , la CEI 62061, la série CEI 61511, la CEI 61513 et l'ISO 13849-1.

Des données spécifiques pour les applications de sécurité fonctionnelle sont par exemple: taux de défaillance par manœuvre, vie utile, niveau de confiance et durée de vie globale.

La présente annexe traite seulement de la fonction principale d'un contacteur électromécanique.

K.1.3 Exigences générales

Les données spécifiques pour la sécurité fonctionnelle doivent être obtenues par cette procédure.

La procédure est basée sur l'analyse statistique des résultats d'essai pour générer des données de fiabilité.

Le niveau de confiance lié au calcul du taux de défaillance au cours de la vie utile de l'appareil doit être de 60 % sauf spécification contraire de la part du fabricant.

NOTE Les paramètres associés aux données de fiabilité sont choisis de manière à être cohérents avec ceux des autres produits également utilisés dans des applications de sécurité fonctionnelle.

Les données statistiques obtenues conformément à la présente annexe sont valables uniquement au cours de la vie utile du contacteur.

Dans la présente annexe, pour conserver la cohérence statistique, le terme «temps» peut faire référence au nombre de cycles de fonctionnement.

La présente annexe ne prend pas en compte le remplacement des parties des contacteurs au cours de l'essai ni de l'utilisation.

K.2 Termes, définitions et symboles

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.2.1 Termes et définitions

K.2.1.1
fiabilité
aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données pendant un intervalle de temps donné

[VEI 191-02-06, modifié]

K.2.1.2
vie utile
dans des conditions données, intervalle de temps commençant à un moment donné et se terminant lorsque le taux de défaillances devient inacceptable

NOTE Pour les contacteurs, la vie utile est exprimée en nombre de manœuvres.

K.2.1.3
période de taux constant de défaillance
période éventuelle dans la vie d'une entité non réparée pendant laquelle le taux instantané de défaillance est approximativement constant

[VEI 191-10-09]

K.2.1.4
durée de vie globale
durée de vie de l'appareil qu'il convient de ne pas dépasser pour maintenir la validité des taux de défaillance estimés dus aux défaillances aléatoires de matériel

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

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

K.2.1.5
censure
fin de l'essai après un certain nombre de défaillances ou un certain temps, certaines entités étant toujours en fonctionnement

K.2.1.6
suspension
situation au cours de laquelle une entité n'a pas connu de défaillance ou n'a pas connu de défaillance faisant l'objet de l'investigation, c'est-à-dire qui a connu une défaillance due à une autre cause, est retirée de l'essai

K.2.1.7
utilisation sans établissement-coupure du courant
conditions dans lesquelles l'appareil de connexion établit et coupe sans charge

K.2.1.8
temps jusqu'à défaillance
temps de fonctionnement cumulé depuis la première utilisation, ou depuis restauration, jusqu'à défaillance

NOTE Pour les contacteurs, le temps jusqu'à défaillance est exprimé en nombre de manœuvres.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.2.2 Symboles

n nombre d'échantillons soumis aux essais

r nombre de défaillances

t nombre de cycles de manœuvres

η vie caractéristique Weibull ou paramètre d'échelle

$ß$ paramètre de forme Weibull

c nombre de manœuvres par heure

λ_u taux de défaillances estimé (limite supérieure) au niveau de confiance de 60 % exprimé par manœuvre

λ taux de défaillance exprimé par heure

λ_D taux de défaillance dangereux exprimé par heure

K.3 Méthode fondée sur les résultats de l'essai de durabilité

K.3.1 Méthode générale

Dans la mesure où les défaillances de tels produits sont de nature aléatoire, la méthode est fondée sur les résultats donnés par une surveillance continue appropriée des contacteurs au cours de l'essai de durabilité approprié.

K.3.2 Exigences d'essais

La durabilité mécanique doit être déterminée selon B.2.1 à B.2.2.4. Pour l'utilisation sans établissement-coupure du courant, la durabilité mécanique est applicable.

La durabilité électrique doit être déterminée selon B.3.1 à B.3.2 en utilisant la catégorie d'emploi AC-3 sauf indication contraire du constructeur.

L'environnement de fonctionnement doit être configuré selon l'Article 7.

Les modifications apportées au produit sans impact sur les données dont la liste figure en K.5 n'exigent pas de soumettre à nouveau le produit à l'essai.

K.3.3 Caractérisation d'un mode de défaillance

L'occurrence d'un ou de plusieurs des modes de défaillance listés dans le Tableau K.1 ou l'atteinte du nombre de cycles de manœuvres spécifié par le constructeur doit conduire à la conclusion des essais de cet appareil.

Tableau K.1 – Mode de défaillance des contacteurs

Modes de défaillance	Caractéristiques pour un contacteur normalement ouvert
Défaillance d'ouverture	– courant restant après coupure de l'alimentation de la bobine
Défaillance de fermeture	– absence de courant dans un ou plusieurs pôles après mise sous tension de la bobine
Court-circuit entre pôles	– défaillance d'isolation entre pôles
Court-circuit entre un pôle et une pièce lui étant adjacente	– défaillance d'isolation avec toute pièce adjacente

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.3.4 Modélisation Weibull

K.3.4.1 Méthode de modélisation

Les données de fiabilité sont obtenues en modélisant les données des résultats d'essai selon la distribution de Weibull conformément à la CEI 61649.

La régression du rang médian (median rank regression – MRR) doit être utilisée si le nombre de défaillances est inférieur ou égal à 20. Si le nombre de défaillances est supérieur à 10, il convient d'utiliser l'estimation par la méthode du maximum de vraisemblance (EMV) ~~peut être utilisée~~ pour obtenir des estimations de points des paramètres de distribution β et η après vérification ~~de l'essai~~ du test d'adéquation Kolmogorov-Smirnov (H) avec la distribution de Fisher ($F\gamma$) à γ =60 %:

$$H \geq F_{\gamma}\left(2\lfloor (r-1)/2 \rfloor,\ 2\lfloor r/2 \rfloor\right)$$

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

NOTE 1 La CEI 61649 donne des détails et des exemples de calcul.

NOTE 2 Un nombre faible d'échantillons augmente l'incertitude d'estimation des paramètres de vie d'ou il résultera une valeur inférieure de la limite du taux de défaillance par manœuvre.

Si un essai est terminé à un moment spécifié, T, avant que toutes les entités n'aient connu une défaillance, alors les données sont dites censurées par le temps. Une entité en essai qui n'a pas connu de défaillance correspondant au mode de défaillance étudié est une suspension. Normalement, les suspensions sont incluses dans l'analyse en ajustant le classement. Cependant, la présente annexe donne une méthode, simplifiée par l'omission des suspensions, pour l'estimation des paramètres de Weibull. La censure et la suspension sont traitées dans la CEI 60300-3-5 et les calculs associés dans la CEI 61649.

K.3.4.2 Régression du rang médian

La régression du rang médian (MRR) est une méthode d'estimation des paramètres de la distribution utilisant des techniques de régression linéaires avec les variables rang médian et cycle de fonctionnement.

En l'absence de tableau des rangs médians et d'un moyen pour le calcul de ces rangs en utilisant la distribution Beta, il est admis d'utiliser l'approximation de Bernard, Equation (K.1) ci-dessous, avec:

$$F_{\mathrm{i}} = \frac{(i-0{,}3)}{(N+0{,}4)} \times 100 \ \ \% \qquad \text{(K.1)}$$

où

N est la taille de l'échantillon, et

i est la position de rang de l'entité de données étudiée.

NOTE Cette équation est essentiellement utilisée pour $N \leq 30$; pour $N > 30$ la correction de la fréquence cumulative peut être négligée: $Fi=(i/N)\times 100$ %.

La faible taille d'échantillon rend l'étalonnage d'adéquation difficile à réaliser. Le coefficient de détermination est celui qui est le plus généralement utilisé pour vérifier la distribution Weibull. Ceci peut être calculé en utilisant l'Equation (K.2):

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

r^2 est la proportion de variation dans les données qui peut être expliquée par l'hypothèse Weibull. Plus on s'approche de 1, plus les données sont adaptées à une distribution de Weibull; plus on s'approche de 0, plus l'adéquation est mauvaise.

On trouvera ci-dessous les étapes pour tracer les ensembles de données.

a) ordonner tout d'abord les valeurs temporelles des cycles de fonctionnement de la plus ancienne à la plus récente;

b) Utiliser l'approximation de Bernard (K.1) pour calculer les rangs médians;

c) Tracer les valeurs temporelles de défaillance (x) par rapport aux rangs médians F_i (y) sur un papier Weibull 1 x 1 ou sur un papier à double échelle logarithmique pour dériver x_{ln} et y_{ln};

d) Calculer $\hat{\beta}$ par une fonction de régression droite pour obtenir l'équation pour la ligne $y_{ln} = \hat{\beta} x_{ln} + b$;

e) Calculer $\hat{\eta} = e^{\left(\frac{b}{\hat{\beta}}\right)}$;

f) Tracer la ligne de régression sur le graphique pour vérifier l'adéquation.

Normalement pour un contacteur électromécanique, $\hat{\beta}$ est supérieur ou égal à 1.

K.3.5 Durée de vie utile et limite supérieure du taux de défaillance

K.3.5.1 Méthode numérique

En prenant l'hypothèse d'un taux de défaillance constant, la vie utile est déterminée comme le niveau de confiance inférieur du nombre de cycles auquel 10 % de la population de relais auront subi une défaillance ($B_{10|\text{limite inférieure}}$).

Pour 20 points de données ou un nombre inférieur, avec ou sans valeurs temporelles de censure, les paramètres Weibull $\hat{\beta}$ et $\hat{b}$ obtenus avec la régression du rang médian (MRR) en K.3.4.2 doivent être utilisés.

K.3.5.2 Estimation du fractile (10 %) de temps avant défaillance

Calculer $\hat{B}_{10}$ en utilisant l'Equation (K.3), l'estimation de B_{10}, le moment auquel 10 % de la population auront été défaillants:

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

$$\hat{B}_{10} = \hat{\eta}\left[\ln\left(\frac{1}{0{,}9}\right)\right]^{1/\hat{\beta}} \quad \text{(K.3)}$$

K.3.5.3 Vie utile

Calculer le niveau de confiance inférieur (1 – y) 100 % de B_{10} en utilisant les Équations (K.4) (K.5), (K.6), et (K.7):

$$h_1 = \ln\,[-\ln(0{,}9)] \quad \text{(K.4)}$$

$$\delta_1 = \frac{-A_6 x^2 - r h_1 + x\sqrt{\left(A_6^2 - A_4 A_5\right)x^2 + r A_4 + 2 r h_1 A_6 + r A_5 h_1^2}}{r - x^2 A_5} \quad \text{(K.5)}$$

où:

$x = u_\gamma$
est le fractile y de la distribution normale. Sauf spécification contraire du fabricant, un niveau de confiance inférieur de 60 % doit être utilisé (d'où γ = 0,4 et u_γ = 0,253 3).

A_4, A_5 et A_6
sont calculés comme suit, en utilisant le rapport q = r/n:
$A_4 = 0{,}49q - 0{,}134 + 0{,}622q^{-1}$;
$A_5 = 0{,}244\ 5\ (1{,}78 - q)\ (2{,}25 + q)$;
$A_6 = 0{,}029 - 1{,}083 \ln(1{,}325q)$.

$$Q_1 = \mathrm{e}^{\left(-\frac{\delta_1 + h_1}{\hat{\beta}}\right)} \quad \text{(6)}$$

$$B_{10|\text{limite inférieure}} = Q_1 \hat{B}_{10} \quad \text{(K.7)}$$

Cette valeur de $B_{10|\text{limite inférieure}}$ est considérée comme la vie utile.

K.3.5.4 Limite supérieure du taux de défaillance

La limite supérieure du taux de défaillance par manœuvre est donnée par l'équation suivante (K.8):

$$\lambda_u = \frac{-\ln(0{,}9)}{B_{10|\text{limite inférieure}}} \approx \frac{1}{10 \times B_{10|\text{limite inférieure}}} \quad \text{(K.8)}$$

K.3.5.5 Conditions d'essai

Les conditions normales sont données à l'Article 7.

D'autres conditions sont soumises à accord entre constructeur et utilisateur. Dans ce cas, les valeurs doivent être obtenues dans ces conditions.

K.3.6 Données de fiabilité

Les données de fiabilité qui en résultent sont:

– Taux de défaillance par manœuvre: $\lambda_{u.}$
– Valeur de vie utile = $B_{10|\text{limite inférieure}}$

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.4 Méthode basée sur les retours d'expérience du terrain

Cette méthode peut utiliser les mêmes calculs statistiques mais les données de défaillance collectées sur le terrain peuvent être liées à un très large éventail d'environnements et de catégories d'emploi.

Cette méthode est à l'étude.

K.5 Informations à fournir

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

- taux de défaillance par manœuvre λ_u (voir K.3.6);
- vie utile (voir K.3.6);
- niveau de confiance s'il diffère de 60 %;
- utilisation sans établissement-coupure du courant ou catégorie d'emploi si utilisation différente de AC-3;
- taux maximal de connexion;
- tension d'emploi maximale, si elle diffère de U_e;
- courant d'emploi maximal pour la catégorie d'emploi spécifiée, si elle diffère de I_e;
- durée de vie globale = 20 ans sauf spécification contraire par le fabricant.
- conditions d'utilisation différentes des conditions normales.

NOTE 1 Le taux de défaillance λ, exprimé en «par heure», est donné par le taux de défaillance, exprimé en «par manœuvre», λu, multiplié par le nombre de manœuvres par heure c

$$\lambda = \lambda u \times c$$

NOTE 2 la durée de vie globale de 20 ans est généralement utilisée comme une référence statistique pour l'analyse de fiabilité.

La tolérance de défaut de matériel pour un contacteur est généralement de zéro.

NOTE 3 Dans la CEI 62061, une tolérance de défaut de matériel de *N* signifie que *N+1* défauts pourraient causer une perte de la fonction.

Le Tableau K.2 donne le rapport de défaillance type qui est utilisé pour calculer le taux de défaillance dangereux $\lambda_{D;}$ ce mode de défaillance dangereux est calculé à l'aide de l'équation suivante:

$$\lambda_D = \lambda \times F$$

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau K.2 – Rapports de défaillance types pour les contacteurs normalement ouverts

Modes de défaillance	Rapports de défaillance type *F* associés aux résultats de l'essai de durabilité électrique AC3 pour les contacteurs normalement ouverts [a]	Rapports de défaillance type *F* associés aux résultats de l'essai de durabilité mécanique pour les contacteurs normalement ouverts [a]
Défaillance d'ouverture [b]	73 %	50 %
Défaillance de fermeture	25 %	50 %
Court-circuit entre pôles	1 %	0 %
Court-circuit entre les pôles et toute pièce adjacente (par ex. auxiliaire, plaque de terre, bobine)	1 %	0 %
NOTE Si un contacteur est utilisé de telle façon qu'une situation dangereuse puisse être causée par un mode de défaillance pour lequel le rapport de défaillance est supérieur à 40 % alors, une ou des fonctions de couverture diagnostique peuvent se révéler nécessaires pour le système.		
[a] Les valeurs types résultent des essais réalisés sur différents contacteurs [b] La couverture diagnostic du sous-système incorporant un contacteur avec des contacts miroirs, peut être égale à 99 % s'il existe une ou plusieurs fonctions appropriées de réaction au défaut.		

K.6 Exemple

K.6.1 Résultats d'essais

Au total, 15 contacteurs (n = 15) ont été soumis aux essais en même temps jusqu'à ce qu'ils connaissent tous une défaillance. Les 15 durées de fonctionnement avant défaillance (r =15) sont données dans l'ordre numérique de i au Tableau K.3.

Tableau K.3 – Exemple de 15 durées de fonctionnement avant défaillance de contacteurs classées par ordre ascendant

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

K.6.2 Distribution de Weibull et régression du rang médian

Le calcul des rangs médians donne les résultats suivants:

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

Le coefficient de détermination r^2 = 0,998. Cette valeur proche de 1, indique une bonne adéquation à la distribution de Weibull.

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

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

Le résultat d'adéquation obtenu par la MRR donne l'assurance d'une bonne distribution de Weibull (voir Figure K.1).

K.6.3 Vie utile et taux de défaillance

Pour calculer le niveau de confiance inférieur du nombre de cycles auquel 10 % des contacteurs auront connu une défaillance, cet exemple suit les indications de K.3.5.

L'estimation $\hat{B}_{10} = 1\,212\,879$

Le facteur $Q_1 = 0{,}960\,1$ et $B_{10|\text{limite inférieure}} = 1\,164\,541$

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

Le résultat de cette méthode numérique est indiqué par la Figure K.1.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

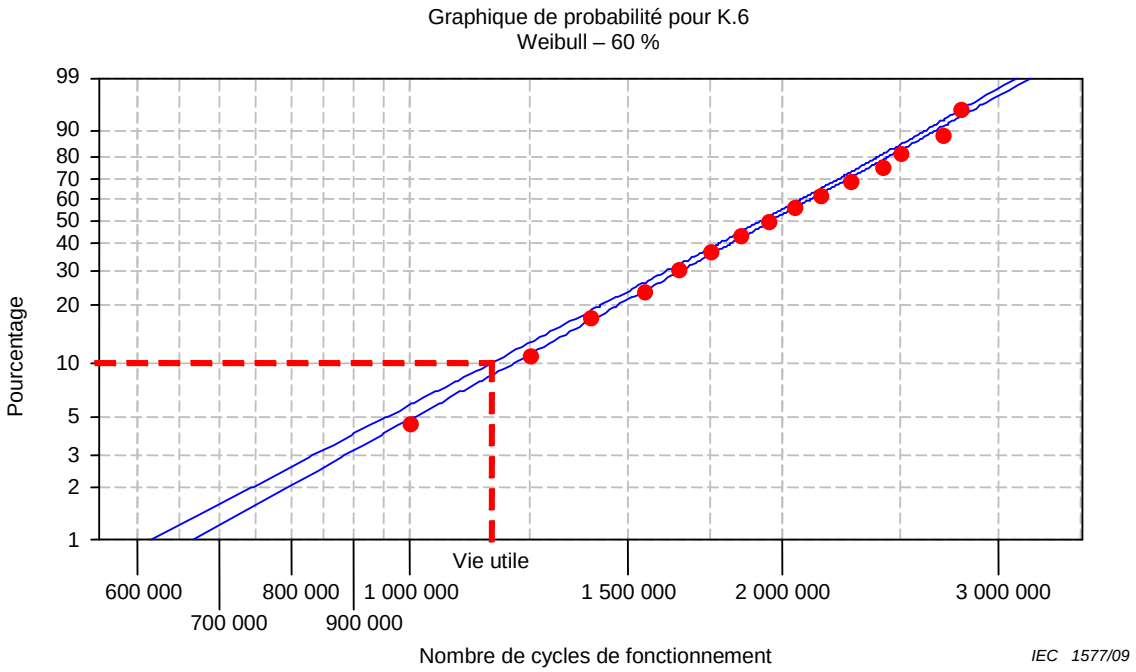


Figure K.1 – Tracé de la régression de rang médian de Weibull

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Bibliographie

CEI 60050-191 :1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191:Sureté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

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

CEI 60072-1 :1991, *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes – Partie 1: Désignation des carcasses entre 56 et 400 et des brides entre 55 et 1080*

CEI 60076-1:1993, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

CEI 60269-1:2006, *Fusibles basse tension – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60269-2:2006, *Fusibles basse tension – Partie 2: Exigences supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels) – Exemples de systèmes de fusibles normalisés A à I*

CEI 60381-1:1982, *Signaux analogiques pour systèmes de commande de processus – Première partie: Signaux à courant continu*

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

CEI 61095:2009, *Contacteurs électromécaniques pour usages domestiques et analogues*

CEI 61915-2:2011, *Appareillage à basse tension – Profils d'appareil pour les appareils industriels mis en réseau – Partie 2: Profils racines d'appareil pour les démarreurs et les matériels similaires*

UL 508, *Industrial control equipment* (disponible en anglais seulement)

UL 60947-4-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*

———————

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when print

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe