

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60947-4-1

Deuxième édition
Second edition
2000-11

Appareillage à basse tension –

Partie 4-1:

Contacteurs et démarreurs de moteurs –

Contacteurs et démarreurs électromécaniques

Low-voltage switchgear and controlgear –

Part 4-1:

Contactors and motor-starters –

Electromechanical contactors and motor-starters



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60947-4-1:2000

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

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

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60947-4-1

Deuxième édition
Second edition
2000-11

Appareillage à basse tension –

Partie 4-1:

**Contacteurs et démarreurs de moteurs –
Contacteurs et démarreurs électromécaniques**

Low-voltage switchgear and controlgear –

Part 4-1:

**Contactors and motor-starters –
Electromechanical contactors and motor-starters**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XC**

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
Articles	
1 Domaine d'application et objet	12
1.1 Contacteurs pour courant alternatif ou pour courant continu	12
1.2 Démarreurs de moteurs pour courant alternatif	12
2 Références normatives	18
3 Définitions.....	20
3.1 Définitions relatives aux contacteurs.....	20
3.2 Définitions relatives aux démarreurs	22
3.3 Grandeurs caractéristiques	30
4 Classification	30
5 Caractéristiques des contacteurs et des démarreurs	30
5.1 Énumération des caractéristiques	30
5.2 Type du matériel	30
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux.....	32
5.4 Catégorie d'emploi.....	46
5.5 Circuits de commande	50
5.6 Circuits auxiliaires	50
5.7 Caractéristiques des relais et des déclencheurs (relais de surcharge)	50
5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits.....	56
5.9 Surtensions de manoeuvre	56
5.10 Types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique de commutation et des dispositifs de commande automatique d'accélération.....	56
5.11 Types et caractéristiques des autotransformateurs des démarreurs par autotransformateur à deux étapes.....	58
5.12 Types et caractéristiques des résistances de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances.....	58
6 Informations sur le matériel	58
6.1 Nature des informations.....	58
6.2 Marquage	62
6.3 Instructions de montage, de fonctionnement et d'entretien.....	62
7 Conditions normales de service, de montage et de transport.....	62
8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement.....	64
8.1 Dispositions relatives à la construction	64
8.2 Dispositions relatives au fonctionnement	66
8.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)	88
9 Essais.....	90
9.1 Nature des essais	90
9.2 Conformité aux dispositions relatives à la construction	94
9.3 Conformité aux dispositions relatives au fonctionnement	94
9.4 Essais CEM	126

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
Clause	
1 Scope and object	13
1.1 AC and d.c. contactors	13
1.2 AC motor-starters	13
2 Normative references	19
3 Definitions	21
3.1 Definitions concerning contactors	21
3.2 Definitions concerning starters	23
3.3 Characteristic quantities	31
4 Classification	31
5 Characteristics of contactors and starters	31
5.1 Summary of characteristics	31
5.2 Type of equipment	31
5.3 Rated and limiting values for main circuits	33
5.4 Utilization category	47
5.5 Control circuits	51
5.6 Auxiliary circuits	51
5.7 Characteristics of relays and releases (overload relays)	51
5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices	57
5.9 Switching overvoltages	57
5.10 Types and characteristics of automatic change-over devices and automatic acceleration control devices	57
5.11 Types and characteristics of auto-transformers for two-step auto-transformer starters	59
5.12 Types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters	59
6 Product information	59
6.1 Nature of information	59
6.2 Marking	63
6.3 Instructions for installation, operation and maintenance	63
7 Normal service, mounting and transport conditions	63
8 Constructional and performance requirements	65
8.1 Constructional requirements	65
8.2 Performance requirements	67
8.3 Electromagnetic compatibility (EMC)	89
9 Tests	91
9.1 Kinds of test	91
9.2 Compliance with constructional requirements	95
9.3 Compliance with performance requirements	95
9.4 EMC Tests	127

Annexe A (normative) Marquage et identification des bornes des contacteurs et des relais de surcharge associés.....	146
Annexe B (normative) Essais spéciaux.....	154
Annexe C (informative) Distances d'isolement et lignes de fuite pour les contacteurs et les démarreurs a basse tension.....	170
Annexe D (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.....	176
Figure 1 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage étoile-triangle (voir 1.2.2.1)	132
Figure 2 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage par autotransformateur (voir 1.2.2.2)	134
Figure 3 – Types caractéristiques de combinés de démarrage (voir 3.2.7) et de démarreurs protégés (voir 3.2.8)	136
Figure 4 – Exemple de schéma en triphasé d'un démarreur rotorique à résistances à trois étapes de démarrage (voir 3.2.16) et à un seul sens de marche (dans le cas où tous les appareils mécaniques de connexion sont des contacteurs).....	138
Figure 5 – Méthodes et schémas-types de démarrage, au moyen d'auto-transformateurs, de moteurs à induction à courant alternatif.....	140
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)	142
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)..	144
Figure B.1 – Exemples de caractéristique de tenue temps-courant.....	168
Tableau 1 – Catégories d'emploi	50
Tableau 2 – Classes de déclenchement des relais de surcharges thermiques, temporisés magnétiques ou statiques.....	54
Tableau 3 – Limites de fonctionnement des relais temporisés de surcharge alimentés sur tous leurs pôles.....	70
Tableau 4 – Limites de fonctionnement des relais de surcharge thermiques tripolaires alimentés sur deux pôles seulement.....	72
Tableau 5 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile	74
Tableau 6 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent	76
Tableau 7 – Pouvoirs de fermeture et de coupure – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi	78
Tableau 7a – Relation entre le courant coupé I_C et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure	80
Tableau 7b – Détermination du courant d'emploi pour les catégories d'emploi AC-6a et AC-6b à partir des caractéristiques assignées pour AC-3	82
Tableau 8 – Fonctionnement conventionnel en service – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi	84
Tableau 9 – Prescriptions de tenue aux courants de surcharge	86
Tableau 10 – Critères d'acceptation spécifiques pour les essais d'immunité.....	90

Annex A (normative) Marking and identification of terminals of contactors and associated overload relays	147
Annex B (normative) Special tests	155
Annex C (informative) Clearances and creepage distances for low-voltage contactors and starters	171
Annex D (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user	177
Figure 1 – Typical curves of currents and torques during a star-delta start (see 1.2.2.1)	133
Figure 2 – Typical curves of currents and torques during an auto-transformer start (see 1.2.2.2)	135
Figure 3 – Typical variants of combination starters (see 3.2.7) and protected starters (see 3.2.8)	137
Figure 4 – Example of three-phase diagram of a rheostatic rotor starter with three starting steps (see 3.2.16) and one direction of rotation (in the case when all the mechanical switching devices are contactors)	139
Figure 5 – Typical methods and diagrams of starting alternating current induction motors by means of auto-transformers	141
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)	143
Figure 7 – Multiple of current setting limits for ambient air temperature compensated time-delay overload relays (see 8.2.1.5.1)	145
Figure B.1 – Examples of time-current withstand characteristic	169
Table 1 – Utilization categories	51
Table 2 – Trip classes of thermal, time-delay magnetic or solid state overload relays	55
Table 3 – Limits of operation of time-delay overload relays when energized on all poles	71
Table 4 – Limits of operation of three-pole thermal overload relays when energized on two poles only	73
Table 5 – Temperature rise limits for insulated coils in air and in oil	75
Table 6 – Intermittent duty test cycle data	77
Table 7 – Making and breaking capacities – Making and breaking conditions according to utilization category	79
Table 7a – Relationship between current broken I_C and off-time for the verification of rated making and breaking capacities	81
Table 7b – Operational current determination for utilization categories AC-6a and AC-6b when derived from AC-3 ratings	83
Table 8 – Conventional operational performance – Making and breaking conditions according to utilization category	85
Table 9 – Overload current withstand requirements	87
Table 10 – Specific acceptance criteria for immunity tests	91

Pages

Tableau 11 – Tension d'essai diélectrique en fonction de la tension assignée d'isolement..	106
Tableau 12 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi.	118
Tableau 13 – Essais CEM d'immunité.....	126
Tableau 14 – Limites d'essai d'émission conduite à fréquence radio.....	130
Tableau 15 – Limites d'essai d'émission rayonnée	130
Tableau B.1 – Vérification du nombre de cycles de manoeuvres en charge – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi	160
Tableau B.2 – Conditions d'essai	166
Tableau C.1 – Valeurs minimales des distances d'isolement et des lignes de fuite.....	174

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-4-1:2000

	Page
Table 11 – Dielectric test voltage according to rated insulation voltage	107
Table 12 – Value of the prospective test current according to the rated operational current	119
Table 13 – EMC immunity tests	127
Table 14 – Conducted radio-frequency emission test limits	131
Table 15 – Radiated emission test limits.....	131
Table B.1 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories.....	161
Table B.2 – Test conditions	167
Table C.1 – Minimum values of clearances and creepage distances.....	175

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-4-1:2000

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 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. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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 norme doit être utilisée conjointement avec la CEI 60947-1.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1990, le corrigendum (1991), l'amendement 1 (1994), l'amendement 2 (1996) et l'amendement 3 (2000).

Le texte de cette norme est issu de la première édition, de l'amendement 1, de l'amendement 2 et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17B/1049/FDIS	17B/1083/RVD

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

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

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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 standard should be used in conjunction with IEC 60947-1.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1990, the corrigendum (1991), amendment 1 (1994), amendment 2 (1996) and amendment 3 (2000).

The text of this standard is based on first edition, amendment 1, amendment 2 and the following documents:

FDIS	Report on voting
17B/1049/FDIS	17B/1083/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2003. A cette date, la publication sera

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

Les dispositions des règles générales qui font l'objet de la partie 1 (CEI 60947-1) sont applicables à la présente norme lorsque celle-ci le précise. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes des règles générales qui sont ainsi applicables sont identifiés par référence à la partie 1, par exemple: 1.2.3 de la partie 1, tableau 4 de la partie 1, ou annexe A de la partie 1.

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente norme.

Les annexes C et D sont données uniquement à titre d'information.

Le contenu du corrigendum de Juillet 2001 a été pris en considération dans cet exemplaire.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2003. At this date, the publication will be

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

The provisions of the general rules dealt with in part 1 (IEC 60947-1) are applicable to this standard, where specifically called for. Clauses and subclauses, tables, figures and annexes of the general rules thus applicable are identified by reference to part 1, e.g. 1.2.3 of part 1, table 4 of part 1 or annex A of part 1.

Annexes A and B form an integral part of this standard.

Annexes C and D are for information only.

The contents of the corrigendum of July 2001 have been included in this copy.

Withd 2003
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-4-1:2000

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CIE 60947 est applicable aux types de matériels indiqués en 1.1 et 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) doit faire partie de l'installation, mais pas nécessairement du contacteur ou du démarreur.

Dans ce contexte, la présente norme donne les prescriptions 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 et 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 (voir 3.2.7) ou démarreurs protégés (voir 3.2.8) sont assignées comme pour un appareil.

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 doivent satisfaire aux prescriptions de la CEI 60947-2 et de la CEI 60947-3 suivant le cas.

Les matériels visés par la présente norme sont les suivants.

1.1 Contacteurs pour courant alternatif ou pour courant continu

Contacteurs pour courant alternatif et pour courant continu destinés à fermer et à ouvrir des circuits électriques et, s'il sont équipés de relais appropriés (voir 1.2), à assurer la protection de ces circuits contre les surcharges susceptibles de se produire en exploitation.

NOTE Les contacteurs associés à des relais appropriés et destinés à assurer la protection contre les courts-circuits doivent satisfaire en outre aux conditions correspondantes prescrites pour les disjoncteurs (CEI 60947-2).

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.

1.2 Démarreurs de moteurs pour courant alternatif

Démarreurs de moteurs pour courant alternatif destinés à provoquer le démarrage des moteurs et à les amener à leur vitesse normale, à en 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.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

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

1 Scope and object

This part of IEC 60947 applies to the types of equipment listed in 1.1 and 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) shall form 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 (see 3.2.7) or protected starters (see 3.2.8) are rated as units.

Circuit-breakers and fuse-combination units used as short-circuit protective devices in combination starters and in protected starters shall comply with the requirements of IEC 60947-2 and IEC 60947-3, as the case may be.

Equipment covered by this standard is as follows.

1.1 AC and d.c. contactors

AC and d.c. contactors intended for closing and opening electric circuits and, if combined with suitable relays (see 1.2), for protecting these circuits against operating overloads which may occur therein.

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

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

1.2 AC motor-starters

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

Les démarreurs dont le fonctionnement dépend de relais thermiques électriques pour la protection de moteurs, conformes à la CEI 60255-8 ou les dispositifs de protection thermique incorporés au moteur, qui sont traités dans la CEI 60034-11 ne satisfont pas nécessairement à toutes les prescriptions correspondantes de la présente norme.

Les relais de surcharge pour démarreurs, y compris les relais statiques, doivent satisfaire aux prescriptions de la présente norme.

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 de rotation, 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.

Cette norme s'applique également aux démarreurs-inverseurs.

1.2.2 Démarreurs sous tension réduite pour courant alternatif

Démarreurs sous tension réduite, en 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 manoeuvres successives de passage d'une étape aux suivantes. Ces dispositifs de commande 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).

1.2.2.1 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 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 indique les courbes types du courant de démarrage, du couple de démarrage du moteur et du couple de la machine entraînée.

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.

Cette norme s'applique aux autotransformateurs qui font partie du démarreur ou qui forment un ensemble spécialement conçu pour être utilisé avec le démarreur.

Starters the operation of which depends on thermal electrical relays for motor protection complying with IEC 60255-8, or motor-incorporated thermal protective devices dealt with in IEC 60034-11 do not necessarily meet all the relevant requirements of this standard.

Overload relays for starters, including those based on solid state technology, shall meet the requirements of this standard.

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.

1.2.2 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).

1.2.2.1 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 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.

1.2.2.2 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.

Les démarreurs par autotransformateur à plus de deux étapes ne sont pas visés par la présente norme.

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.

1.2.3 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 ne doit 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 prescription est basée sur le fait que les contraintes électriques sont moins sévères dans le rotor que dans le stator et sont de courte durée.

Cette 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 manoeuvres comprenant la marche par à-coups et l'inversion de marche nécessitent des prescriptions supplémentaires et doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Cette norme s'applique aux résistances qui font partie du démarreur ou qui forment en ensemble spécialement conçu pour être associé au démarreur.

1.3 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 qui sont traités dans la CEI 60947-5-1.

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.

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 shall be 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 shall be 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.

1.3 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.

1.4 La présente norme a pour objet de fixer:

- a) les caractéristiques des contacteurs et des démarreurs ainsi que des matériels associés;
- b) les conditions auxquelles doivent répondre les contacteurs et les 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 constructeur.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60947. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60947 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60034-1:1996, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60034-11:1978, *Machines électriques tournantes – Partie 11: Protection thermique incorporée – Chapitre 1: Règles concernant la protection des machines électriques tournantes*

CEI 60050(441):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

CEI 60076-1:1993, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

CEI 60085:1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60112:1979, *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

CEI 60255-8:1990, *Relais électriques – Huitième partie: Relais électriques thermiques*

CEI 60269-1:1998, *Fusibles basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60269-2:1986, *Fusibles basse tension – Partie 2: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels)*

CEI 60269-2-1:1998, *Fusibles basse tension – Partie 2-1: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels) – Sections I à V: Exemples de fusibles normalisés*

CEI 60410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

1.4 The object of this standard is to state:

- a) the characteristics of contactors and starters and associated equipment;
- b) the conditions with which contactors or starters shall comply with reference to:
 - 1) their operation and behaviour,
 - 2) their dielectric properties,
 - 3) the degrees of protection provided by their enclosures, where applicable,
 - 4) their construction;
- 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.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60947. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60947 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60034-1:1996, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-11:1978, *Rotating electrical machines – Part 11: Built-in thermal protection – Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines*

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

IEC 60076-1:1993, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60085:1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60255-8:1990, *Electrical relays – Part 8: Thermal electrical relays*

IEC 60269-1:1998, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60269-2:1986, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)*

IEC 60269-2-1:1998, *Low-voltage fuses – Part 2-1: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Sections I to V: Examples of types of standardized fuses*

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

CEI 60947-1:1999, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60947-2:1995, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs **

CEI 60947-3:1999, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

CEI 60947-5-1:1997, *Appareillage à basse tension – Partie 5: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Section 1: Appareils électromécaniques pour circuits de commande***

CEI 61000-4-2:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 2: Essai d'immunité aux décharges électrostatiques – Publication fondamentale en CEM****

CEI 61000-4-3:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 3: Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*****

CEI 61000-4-4:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 4: Essais d'immunité aux transfoires électriques rapides en sèves – Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-5:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 5: Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61095:1992, *Contacteurs électromécaniques pour usages domestiques et analogues*

CEI 61810-1:1998, *Relais électromécaniques de tout-ou-rien à temps non spécifié – Partie 1: Prescriptions générales*

CISPR 11:1997, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60947, les définitions de l'article 2 de la CEI 60947-1 ainsi que les définitions complémentaires suivantes s'appliquent:

3.1 Définitions relatives aux contacteurs

3.1.1

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 de service

NOTE Les contacteurs peuvent être désignés suivant la façon dont est fourni l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux.

[VEI 441-14-33]

* Il existe une édition consolidée 2.1 (1998) qui comprend la CEI 60947-2 (1995) ainsi que l'amendement 1 (1997).

** Il existe une édition consolidée 2.1 (1999) qui comprend la CEI 60947-5-1 (1997) ainsi que l'amendement 1 (1999).

*** Il existe une édition consolidée 1.1 (1999) qui comprend la CEI 61000-4-2 (1995) ainsi que l'amendement 1 (1998).

**** Il existe une édition consolidée 1.1 (1998) qui comprend la CEI 61000-4-3 (1995) ainsi que l'amendement 1 (1998).

IEC 60947-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-2:1995, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers**

IEC 60947-3:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

IEC 60947-5-1:1997, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5: Control circuit devices and switching elements – Section 1: Electromechanical control circuit devices***

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC publication****

IEC 61000-4-3:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test*****

IEC 61000-4-4:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test – Basic EMC publication*

IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*

IEC 61095:1992, *Electromechanical contactors for household and similar purposes*

IEC 61810-1:1998, *Electromechanical all-or-nothing relays – Part 1: General requirements*

CISPR 11:1997, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60947, the definitions of clause 2 of IEC 60947-1 together with the following additional definitions apply.

3.1 Definitions concerning contactors

3.1.1

contactor (mechanical)

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

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

[IEV 441-14-33]

* There is a consolidated edition 2.1 (1998) that includes IEC 60947-2 (1995) and its amendment 1 (1997).

** There is a consolidated edition 2.1 (1999) that includes IEC 60947-5-1 (1997) and its amendment 1 (1999).

*** There is a consolidated edition 1.1 (1999) that includes IEC 61000-4-2 (1995) and its amendment 1 (1998).

**** There is a consolidated edition 1.1 (1998) that includes IEC 61000-4-3 (1995) and its amendment 1 (1998).

Les notes ci-dessous ne font pas partie de la définition VEI 441-14-33:

NOTE 1 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 2 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 3 Un contacteur est généralement prévu pour fonctionner fréquemment.

3.1.2

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

3.1.3

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

3.1.4

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

3.1.5

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]

3.1.6

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

3.1.7

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]

3.2 Définitions relatives aux démarreurs

3.2.1

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]

The followings notes are not included in IEC 441-14-33:

NOTE 1 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 2 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 3 A contactor is usually intended to operate frequently.

3.1.2

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

3.1.3

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

3.1.4

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

3.1.5

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]

3.1.6

vacuum contactor (or starter)

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

3.1.7

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 [IEV 441-16-24]

3.2 Definitions concerning starters

3.2.1

starter

combination of all the switching means necessary to start and stop a motor in combination with suitable overload protection [IEV 441-14-38]

3.2.2

démarreur direct

démarreur qui applique la tension d'alimentation sur les bornes du moteur en une seule manoeuvre [VEI 441-14-40]

3.2.3

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

3.2.4

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 que lorsque celui-ci ne tourne pas

3.2.5

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

3.2.5.1

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]

3.2.5.2

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 (ne fait pas partie de la définition VEI 441-14-45). Un autotransformateur est défini comme suit en 3.1.2 de la CEI 60076-1:

«Transformateur dans lequel au moins deux enroulements ont une partie commune.»

3.2.6

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 (ne fait pas partie de la définition VEI 441-14-42). 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.

3.2.6.1

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

3.2.6.2

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]

3.2.2

direct-on-line starter

starter which connects the line voltage across the motor terminals in one step [IEV 441-14-40]

3.2.3

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

3.2.4

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

3.2.5

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

3.2.5.1

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]

3.2.5.2

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]

NOTE (not included in IEC 441-14-45) 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."

3.2.6

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 (not included in IEC 441-14-42) 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.

3.2.6.1

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

3.2.6.2

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]

3.2.7

combiné de démarrage (voir figure 3)

matériel comprenant un démarreur, un appareil de connexion à commande manuelle extérieure et un dispositif de protection contre les courts-circuits, montés et câblés dans une enveloppe prévue à cet effet. L'appareil de connexion et le dispositif de protection contre les courts-circuits peuvent être un combiné fusibles, un interrupteur comportant des fusibles ou un disjoncteur ayant ou non la fonction de sectionnement

NOTE 1 Une enveloppe prévue à cet effet est une enveloppe spécifiquement conçue et dimensionnée pour son emploi et avec laquelle sont effectués tous les essais.

NOTE 2 L'appareil de connexion à commande manuelle et le dispositif de protection contre les courts-circuits peuvent être un seul appareil incorporant également la protection contre les surcharges.

3.2.8

démarreur protégé

matériel comprenant un démarreur, un appareil de connexion à commande manuelle et un dispositif de protection contre les courts-circuits, avec ou sans enveloppe, montés et câblés suivant les instructions du constructeur du démarreur

NOTE L'appareil de connexion à commande manuelle et le dispositif de protection contre les courts-circuits peuvent être un seul appareil incorporant également la protection contre les surcharges.

3.2.9

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]

3.2.10

démarreur électromagnétique

démarreur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux est fourni par un électro-aimant

3.2.11

démarreur actionné par un moteur

démarreur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux est fourni par un moteur électrique

3.2.12

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

3.2.13

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

3.2.14

démarreur à une étape

démarreur pour lequel il n'existe pas de position intermédiaire d'accélération entre la position ARRÊT et la position MARCHE

NOTE Ce démarreur est un démarreur direct (voir 3.2.2).

3.2.15

démarreur à deux étapes

démarreur dans lequel il n'existe qu'une seule position intermédiaire d'accélération entre la position ARRÊT et la position MARCHE

Exemple: Un démarreur étoile-triangle est un démarreur à deux étapes.

3.2.7

combination starter (see figure 3)

equipment consisting of a starter, a manual externally operated switching device and a short-circuit protective device, mounted and wired in a dedicated enclosure. The switching and short-circuit protective devices may be a fuse combination unit, a switch with fuses or a circuit-breaker with or without an isolating function

NOTE 1 A dedicated enclosure is an enclosure specifically designed and dimensioned for its application in which all tests are conducted.

NOTE 2 The manually operated switching device and the short-circuit protective device may be just one device and may incorporate the overload protection as well.

3.2.8

protected starter

equipment consisting of a starter, a manually operated switching device and a short-circuit protective device, mounted and wired, enclosed or unenclosed according to the instructions of the starter manufacturer

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

3.2.9

manual starter

starter in which the force for closing the main contacts is provided exclusively by manual energy [IEV 441-14-39]

3.2.10

electromagnetic starter

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

3.2.11

motor-operated starter

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

3.2.12

pneumatic starter

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

3.2.13

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

3.2.14

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 (see 3.2.2).

3.2.15

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.

3.2.16

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.

Exemple: Un démarreur à résistances à trois étapes possède deux sections de résistances utilisées pour le démarrage.

[VEI 441-14-41]

3.2.17

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 prescriptions spécifiées

3.2.18

relais ou déclencheur à minimum de courant (tension)

relais de mesure ou déclencheur qui fonctionne automatiquement lorsque le courant qui le traverse (ou la tension qui lui est appliquée) devient inférieur à une valeur prédéterminée

3.2.19

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

3.2.20

durée de démarrage (d'un démarreur par autotransformateur)

période de temps pendant laquelle l'autotransformateur est parcouru par du courant

NOTE relative à 3.2.19 et 3.2.20. La durée de démarrage d'un démarreur est plus courte que la durée totale de démarrage du moteur qui tient compte de la dernière période d'accélération suivant la manoeuvre de passage en position MARCHE.

3.2.21

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 l'autre.

NOTE L'état de passage n'est pas considéré comme une étape supplémentaire.

3.2.22

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 l'autre

NOTE L'état de passage n'est pas considéré comme une étape supplémentaire.

3.2.23

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

3.2.24

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

3.2.16***n*-step starter** (see figure 4)

starter in which there are $(n-1)$ intermediate accelerating positions between the OFF and ON positions

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

[IEV 441-14-41]

3.2.17**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

3.2.18**under-current (under-voltage) relay or release**

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

3.2.19**starting time (of a rheostatic starter)**

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

3.2.20**starting time (of an auto-transformer starter)**

period of time during which the auto-transformer carries current

NOTE to 3.2.19 and 3.2.20 The starting time of a starter is shorter than the total starting time of the motor which takes into account the last period of acceleration following the switching operation ON position.

3.2.21**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 an additional step.

3.2.22**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 an additional step.

3.2.23**inching (jogging)**

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

3.2.24**plugging**

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

3.3 Grandeurs caractéristiques

3.3.1 Tension transitoire de rétablissement (abréviation: TTR) [VEI 441-17-26]

Le paragraphe 2.5.34 de la partie 1 est applicable avec le complément suivant:

NOTE 3 (*ne fait pas partie de la définition VEI 441-17-26*) 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.

4 Classification

Le paragraphe 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);
- surtensions de manœuvre (5.9);
- 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)

3.3 Characteristic quantities

3.3.1 Transient recovery voltage (abbreviation: TRV) [IEV 441-17-26]

Subclause 2.5.34 of part 1 applies with the following addition.

NOTE 3 (*not included in IEC 441-17-26*) In a vacuum contactor or starter, the highest transient recovery voltage may occur on an other pole than the first pole to clear.

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);
- switching overvoltages (5.9);
- 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).

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 Milieu de coupure (air, huile, gaz, vide, etc.)

5.2.5 Conditions de fonctionnement du matériel

5.2.5.1 Mode de fonctionnement

Par exemple: manuel, électromagnétique, commande par moteur, pneumatique, électro-pneumatique.

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 peut être automatique, non automatique ou semi-automatique (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 paragraphe 4.3.1.1 de la partie 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.

5.2.4 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 subclauses 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 part 1 applies.

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 Tension assignée rotorique d'emploi (U_{er})

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, la valeur de la tension assignée 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 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 paragraphe 4.3.1.2 de la partie 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 désigné 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 paragraphe 4.3.1.3 de la partie 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.

5.3.1.1.2 Rated rotor operational voltage (U_{er})

For rheostatic rotor starters, the value of rated 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 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 part 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 part 1 applies.

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 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 paragraphe 4.3.2.1 de la partie 1 est applicable.

5.3.2.2 Courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{the})

Le paragraphe 4.3.2.2 de la partie 1 est applicable.

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 conventionnel 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 que 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 constructeur 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, sous la tension assignée d'emploi considérée, du moteur pour lequel le matériel est prévu. Le constructeur doit être en mesure de préciser le rapport qui est admis entre le courant et la puissance.

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 part 1 applies.

5.3.2.2 Conventional enclosed thermal current (I_{the})

Subclause 4.3.2.2 of part 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_{th} or enclosed current I_{the} , 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_{th} or enclosed current I_{the} , 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, viz. 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.

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.

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 constructeur 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 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, sous la tension assignée statorique d'emploi considérée, du moteur pour lequel les éléments statoriques du démarreur sont prévus. Le constructeur 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 constructeur 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 paragraphe 4.3.2.4 de la partie 1 est applicable.

5.3.3 Fréquence assignée

Le paragraphe 4.3.3 de la partie 1 est applicable.

5.3.4 Services assignés

Le paragraphe 4.3.4 de la partie 1 est applicable.

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 part 1 applies.

5.3.3 Rated frequency

Subclause 4.3.3 of part 1 applies.

5.3.4 Rated duties

Subclause 4.3.4 of part 1 applies.

5.3.4.1 Service continu (service de 8 h)

Le paragraphe 4.3.4.1 de la partie 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 paragraphe 4.3.4.2 de la partie 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 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 paragraphe 4.3.4.3 de la partie 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 manoeuvres par heure);
- pour les démarreurs: 1, 3, 12 et 30 (cycles de manoeuvres par heure).

Il est rappelé qu'un cycle de manoeuvres est un cycle complet de fonctionnement comprenant une fermeture et une ouverture.

Pour les démarreurs, un cycle de manoeuvres 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 constructeur et l'utilisateur.

5.3.4.4 Service temporaire

Le paragraphe 4.3.4.4 de la partie 1 est applicable.

5.3.4.5 Service périodique

Le paragraphe 4.3.4.5 de la partie 1 est applicable.

5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge

Le paragraphe 4.3.5 de la partie 1 est applicable avec les compléments suivants.

5.3.4.1 Eight-hour duty (continuous duty)

Subclause 4.3.4.1 of part 1 applies with the following addition.

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 part 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 part 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 part 1 applies.

5.3.4.5 Periodic duty

Subclause 4.3.4.5 of part 1 applies.

5.3.5 Normal load and overload characteristics

Subclause 4.3.5 of part 1 applies with the following additions.

5.3.5.1 Aptitude à supporter les courants de surcharge pour la commande des moteurs

Les prescriptions à satisfaire sont données en 8.2.4.4 pour les contacteurs.

5.3.5.2 Pouvoir assigné de fermeture

Les prescriptions 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 prescriptions de 8.2.1.1 et 8.2.1.2.

5.3.5.3 Pouvoir assigné de coupure

Les prescriptions 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 prescriptions de 8.2.1.1 et 8.2.1.2.

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 prescription 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.

5.3.5.1 Ability to withstand motor switching overload currents

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

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 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.

Les définitions qui suivent traitent surtout des caractéristiques du circuit du rotor:

U_{er} = tension assignée rotorique d'emploi;

I_{er} = courant assigné rotorique d'emploi;

Z_r = impédance caractéristique du rotor d'un moteur à induction à bagues à courant alternatif;

où

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

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 (voir 3.2.19);

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;
- les sections de résistances doivent, de préférence, avoir 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 prescriptions de la catégorie d'emploi AC-3.

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} = rated rotor operational voltage;

I_{er} = rated rotor operational current;

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

where

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

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 (see 3.2.19);

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 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 (voir 3.2.20) pour toutes les classes de service (voir 5.3.4) ne dépassant pas 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 manoeuvres effectués très rapidement l'un après l'autre, on doit, avant d'effectuer un autre démarrage, laisser le démarreur et l'autotransformateur revenir à la température de l'air ambiant.

Lorsqu'une durée de démarrage supérieure à 15 s est exigée, un accord doit intervenir à ce sujet entre le constructeur et l'utilisateur.

5.3.6 Courant assigné de court-circuit conditionnel

Le paragraphe 4.3.6.4 de la partie 1 est applicable.

5.4 Catégorie d'emploi

Le paragraphe 4.4 de la partie 1 est applicable 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 être basé sur un accord entre le constructeur et l'utilisateur, mais les renseignements donnés dans le catalogue ou la soumission du constructeur 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 8 ainsi que par les conditions d'essai spécifiées dans la présente norme.

Pour les contacteurs et 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.

5.4.1 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 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 manoeuvres, durées de passage du courant et de repos figurant aux tableaux 7 et 8, et le circuit d'essai pour les catégories d'emploi attribuées ne soient pas plus sévères que celles auxquelles 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.

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 (see 3.2.20) 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 part 1 applies.

5.4 Utilization category

Subclause 4.4 of part 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 tables 7 and 8, 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.

5.4.1 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 tables 7 and 8, 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.

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	Energie emmagasinée J_c
DC-3	$0,00525 \times U_e \times I_e$
DC-5	$0,0315 \times U_e \times I_e$

Les valeurs 0,00525 et 0,0315 sont déduites de la formule:

$$J_c = 1/2 L I^2$$

dans laquelle la constante de temps a été remplacée par:

$2,5 \times 10^{-3}$ s pour la catégorie DC-3 et par:

15×10^{-3} s pour la catégorie 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.)

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:

Utilization category	Stored energy J_c
DC-3	$0,00525 \times U_e \times I_e$
DC-5	$0,0315 \times U_e \times I_e$

The values of the constants 0,00525 and 0,0315 are derived from:

$$J_c = 1/2 L I^2$$

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.)

Tableau 1 – Catégories d'emploi

Nature du courant	Catégories d'emploi	Applications caractéristiques
Courant alternatif	AC-1	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 ¹⁾
	AC-4	Moteurs à cage: démarrage, inversion de marche, marche par à-coups
	AC-5a	Commande de lampes à décharge
	AC-5b	Commande de lampes à incandescence
	AC-6a	Commande de transformateurs
	AC-6b	Commande de batteries de condensateurs
	AC-7a ³⁾	Charges faiblement inductives pour appareils domestiques et applications analogues
	AC-7b ³⁾	Moteurs pour applications domestiques
	AC-8a	Commande de moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération ²⁾ avec réarmement manuel des déclencheurs de surcharge
	AC-8b	Commande de moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération ²⁾ avec réarmement automatique des déclencheurs de surcharge
Courant continu	DC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances
	DC-3	Moteurs shunt: démarrage, inversion de marche, marche par à-coups
		Coupure dynamique de moteurs pour courant continu
	DC-5	Moteurs série: démarrage, inversion de marche, marche par à-coups
		Coupure dynamique de moteurs pour courant continu
	DC-6	Commande de lampes à incandescence
1) La catégorie AC-3 peut être utilisée pour des marches par à-coups ou des inversions de marche de manoeuvres occasionnelles de durée limitée, telles que le montage d'une machine; le nombre de ces manoeuvres pendant ces durées limitées ne dépasse pas normalement cinq manoeuvres par minute ni plus de dix pour une durée de 10 min. 2) 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 marchant dans le réfrigérant. 3) Pour AC-7a et AC-7b, voir la CEI 61095.		

5.5 Circuits de commande

Le paragraphe 4.5 de la partie 1 est applicable.

5.6 Circuits auxiliaires

Le paragraphe 4.6 de la partie 1 est applicable.

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.

Table 1 – Utilization categories

Kind of current	Utilization categories	Typical applications
AC	AC-1	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 ¹⁾
	AC-4	Squirrel-cage motors: starting, plugging, inching
	AC-5a	Switching of electric discharge lamp controls
	AC-5b	Switching of incandescent lamps
	AC-6a	Switching of transformers
	AC-6b	Switching of capacitor banks
	AC-7a ³⁾	Slightly inductive loads in household appliances and similar applications
	AC-7b ³⁾	Motor-loads for household applications
	AC-8a	Hermetic refrigerant compressor motor ²⁾ control with manual resetting of overload releases
	AC-8b	Hermetic refrigerant compressor motor ²⁾ 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
	DC-5	Dynamic breaking of d.c. motors
		Series-motors: starting, plugging, inching
		Dynamic breaking of d.c. motors
	DC-6	Switching of incandescent lamps
1) 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. 2) 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. 3) For AC-7a and AC-7b, see IEC 61095.		

5.5 Control circuits

Subclause 4.5 of part 1 applies.

5.6 Auxiliary circuits

Subclause 4.6 of part 1 applies.

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 Enumération 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 (par exemple relais magnétique de surcharge temporisé);
 - 2) dépendant de la charge préalable (par exemple relais thermique de surcharge);
 - 3) dépendant de la charge préalable (par exemple relais thermique de surcharge), et, de plus, sensible à une perte de phase (voir 3.2.17).
- d) Relais ou déclencheur à maximum de courant à fonctionnement instantané (s'il y a lieu).
- e) Autres relais ou déclencheurs (par exemple relais sensible à une perte de phase, relais de commande associé à des dispositifs de protection thermique du démarreur).

NOTE En ce qui concerne les types mentionnés aux points d) et e), une entente relative à leur application particulière est nécessaire entre le constructeur et l'utilisateur.

5.7.3 Valeurs caractéristiques

- a) Déclencheur shunt, relais ou déclencheur d'ouverture à minimum de tension (minimum de courant):
 - tension ou courant assignés;
 - fréquence assignée;
 - tension ou courant de fonctionnement.
- 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 30 s;
 - nombre de pôles;
 - nature du relais: thermique, magnétique ou statique.

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 (e.g. time-delay magnetic overload relay);
 - 2) dependent on previous load (e.g. thermal overload relay);
 - 3) dependent on previous load (e.g. thermal overload relay) and also sensitive to phase loss (see 3.2.17).
- d) Instantaneous over-current relay or release (when applicable).
- e) Other relays or releases (e.g. phase loss sensitive relay, control relay associated with devices for the thermal protection of the starter).

NOTE Types referred to in items d) and e) require consultation between manufacturer and user according to the particular application.

5.7.3 Characteristic values

- a) Release with shunt coil, under-voltage (under-current) opening relay or release:
 - rated voltage (current);
 - rated frequency;
 - operating voltage (current).
- 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 30 s;
 - number of poles;
 - nature of the relay: thermal, magnetic or solid state.

Tableau 2 – Classes de déclenchement des relais de surcharges thermiques, temporisés magnétiques ou statiques

Classe de déclenchement	Durée de déclenchement T_p dans les conditions spécifiées en 8.2.1.5.1, tableau 3, colonne D s
10A	$2 < T_p \leq 10$
10	$4 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$

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 entre le constructeur 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. La protection de l'autotransformateur doit normalement faire l'objet d'un accord particulier entre le constructeur 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 constructeur 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 dans le 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.

5.7.5 Caractéristiques temps-courant des relais de surcharge

Les caractéristiques temps-courant doivent être données sous forme de courbes fournies par le constructeur. Ces courbes doivent indiquer comment la durée 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 constructeur doit être en mesure d'indiquer par des moyens appropriés les tolérances relatives à ces courbes ainsi que les sections des conducteurs utilisés 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 de la CEI 60269-1, dans la CEI 60269-2 (figure 1) et dans les figures 4(I), 3(II) et 4(II) de la CEI 60269-2-1.

Table 2 – Trip classes of thermal, time-delay magnetic or solid state overload relays

Trip class	Tripping time T_p under the conditions specified in 8.2.1.5.1, table 3, column D s
10A 10 20 30	$2 < T_p \leq 10$ $4 < T_p \leq 10$ $6 < T_p \leq 20$ $9 < T_p \leq 30$
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 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 abscissae 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 of IEC 60269-1, in IEC 60269-2 (figure 1) and in figures 4(I), 3(II) and 4(II) of IEC 60269-2-1.

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 constructeur 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

Les contacteurs et démarreurs sont caractérisés par le type, les grandeurs assignées et les caractéristiques des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC) à utiliser pour assurer une protection contre les surintensités au-delà du courant d'intersection entre démarreur et DPCC et une protection adéquate du contacteur et du démarreur contre les courants de court-circuit. Les prescriptions sont données en 8.2.5.1 en 8.2.5.2, à l'article B.4 de l'annexe B de la présente norme et en 4.8 de la partie 1.

5.9 Surtensions de manoeuvre

Le paragraphe 4.9 de la partie 1 est applicable.

Les prescriptions figurent en 8.2.6.

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.
- 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 constructeur);
 - le courant de réglage ou son domaine, s'il est réglable.
- c) Les caractéristiques des autres dispositifs doivent être déterminées par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

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 (viz. 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

Contactors and starters are characterized by the type, ratings and characteristics of the short-circuit protective devices (SCPD) to be used to provide over-current protection beyond the crossover current between the starter and the SCPD and adequate protection of the contactor and starter against short-circuit currents. Requirements are given in 8.2.5.1, in 8.2.5.2, in clause B.4 of this standard, and in 4.8 of part 1.

5.9 Switching overvoltages

Subclause 4.9 of part 1 applies.

Requirements are given in 8.2.6.

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.

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 $\left\{ \begin{array}{l} \text{par air;} \\ \text{par huile.} \end{array} \right.$

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 constructeur 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 $\left\{ \begin{array}{l} \text{convection;} \\ \text{air forcé;} \\ \text{immersion dans l'huile.} \end{array} \right.$

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 constructeur des résistances et le constructeur du démarreur.

6 Informations sur le matériel

6.1 Nature des informations

Les informations suivantes doivent être données par le constructeur.

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.

6.1.1 Identification

- a) nom du constructeur ou sa marque de fabrique;
- b) désignation du type ou numéro de série;
- c) numéro de la présente norme si le constructeur déclare s'y conformer.

6.1.2 Caractéristiques, valeurs assignées fondamentales et utilisation

Caractéristiques:

- d) tensions assignées d'emploi (voir 5.3.1.1);
- 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 ou des fréquences assignées, par exemple 50 Hz ou 50 Hz/60 Hz, soit l'indication «courant continu» (ou le symbole ---);
- g) service assigné avec indication de la classe de service intermittent, s'il y a lieu (voir 5.3.4).

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).

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), lorsqu'elle est déterminée;
- k) code IP, dans le cas de matériel sous enveloppe (voir 8.1.11);
- l) degré de pollution (voir 7.1.3.2);
- m) courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 5.3.6) et type de coordination du contacteur ou du démarreur (voir 8.2.5.1) ainsi que le type, le courant assigné et les caractéristiques du DPCC associé;
courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 5.3.6) du combiné de démarrage ou du démarreur protégé et type de coordination (voir 8.2.5.1);
- n) surtensions de manœuvre (voir 5.9).

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;
- 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:

- s) caractéristiques conformément à 5.7.

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);
- 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/frequencies, e.g. 50 Hz or 50 Hz/60 Hz, or the indication "d.c." (or the symbol ---);
- g) rated duty with the indication of the class of intermittent duty, if any (see 5.3.4).

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).

Safety and installation:

- i) rated insulation voltage (see 5.3.1.2);
- j) rated impulse withstand voltage (see 5.3.1.3), when determined;
- k) IP code, in case of an enclosed equipment (see 8.1.11);
- l) pollution degree (see 7.1.3.2);
- m) rated conditional short-circuit current (see 5.3.6) and type of co-ordination of the contactor or starter (see 8.2.5.1) and the type, current rating and characteristics of the associated SCPD;
rated conditional short-circuit current (see 5.3.6) of the combination starter or protected starter and type of co-ordination (see 8.2.5.1);
- n) switching overvoltages (see 5.9).

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;
- 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.

Auxiliary circuits:

- r) ratings of auxiliary circuits (see 5.6).

Overload relays and releases:

- s) characteristics according to 5.7.

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 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 1 ou 2: voir 7.3.1 de la partie 1;
- z) prescriptions spéciales, le cas échéant, par exemple conducteurs blindés ou torsadés.

NOTE Les conducteurs non blindés ou non torsadés sont considérés comme étant des conditions normales d'installation.

6.2 Marquage

Le paragraphe 5.2 de la partie 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) et k) de 6.1.2 doivent, de préférence, être marquées sur le matériel.

6.3 Instructions de montage, de fonctionnement et d'entretien

Le paragraphe 5.3 de la partie 1 est applicable avec le complément suivant.

Le constructeur 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 (voir 3.2.8), le constructeur doit également fournir les instructions nécessaires pour le montage et le câblage.

7 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'article 6 de la partie 1 est applicable avec le complément suivant.

7.1.3.2 Degrés de pollution

Sauf spécification contraire du constructeur, 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 partie 1. Toutefois, d'autres degrés de pollution peuvent s'appliquer en fonction du micro-environnement.

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 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 1 or 2: see 7.3.1 of part 1;
- z) special requirements, if applicable, for example shielded or twisted conductors.

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

6.2 Marking

Subclause 5.2 of part 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) and k) in 6.1.2 shall preferably be marked on the equipment.

6.3 Instructions for installation, operation and maintenance

Subclause 5.3 of part 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.

In the case of protected starters (see 3.2.8), the manufacturer shall also provide the necessary mounting and wiring instructions.

7 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 of part 1 applies with the following additions.

7.1.3.2 Degrees of pollution

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 part 1. However, other pollution degrees may be considered to apply, depending upon the micro-environment.

8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

8.1 Dispositions relatives à la construction

NOTE Des prescriptions supplémentaires concernant les matériaux et les pièces destinées au passage du courant sont à l'étude pour les paragraphes 7.1.1 et 7.1.2 de la partie 1. Leur application à la présente norme fera l'objet d'un examen ultérieur.

8.1.1 Matériaux

Le paragraphe 7.1.1 de la partie 1 est applicable (voir note de 8.1).

8.1.2 Parties transportant le courant et leurs connexions

Le paragraphe 7.1.2 de la partie 1 est applicable (voir note de 8.1).

8.1.3 Distances d'isolement et lignes de fuite

Dans le cas des contacteurs et des démarreurs pour lesquels le constructeur a déclaré une valeur de tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}), des valeurs minimales sont données dans les tableaux 13 et 15 de la partie 1.

Dans le cas des contacteurs et des démarreurs pour lesquels le constructeur n'a pas déclaré de valeur de U_{imp} , l'annexe C donne des conseils.

8.1.4 Organe de commande

Le paragraphe 7.1.4 de la partie 1 est applicable lorsque l'organe de commande est manuel, avec le complément suivant.

La poignée de manoeuvre de l'appareil de connexion à commande manuelle d'un combiné de démarrage doit être munie de cadenas permettant de la bloquer en position ARRÊT.

8.1.4.3 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.

8.1.5 Indication de la position des contacts

8.1.5.1 Dispositifs indicateurs

Le paragraphe 7.1.5.1 de la partie 1 est applicable aux démarreurs à commande manuelle.

8.1.5.2 Indication par l'organe de commande

Le paragraphe 7.1.5.2 de la partie 1 est applicable.

8.1.6 Prescriptions supplémentaires de sécurité pour les matériels ayant une fonction de sectionnement

Le paragraphe 7.1.6 de la partie 1 est applicable lorsqu'un dispositif de sectionnement est incorporé.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

NOTE Further requirements concerning materials and current-carrying parts are under consideration for subclauses 7.1.1 and 7.1.2 of part 1. Their application to this standard will be subject to further consideration.

8.1.1 Materials

Subclause 7.1.1 of part 1 applies (see note to 8.1).

8.1.2 Current-carrying parts and their connections

Subclause 7.1.2 of part 1 applies (see note to 8.1).

8.1.3 Clearances and creepage distances

For contactors and starters for which the manufacturer has declared a value of rated impulse withstand voltage (U_{imp}), minimum values are given in tables 13 and 15 of part 1.

For contactors and starters for which the manufacturer has not declared a value of U_{imp} , guidance is given in annex C.

8.1.4 Actuator

Subclause 7.1.4 of part 1 applies when the actuator is manually operated with the following addition.

The operating handle of the manually operated switching device of a combination starter shall be provided with means for padlocking it in the OFF position.

8.1.4.3 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.

8.1.5 Indication of the contact position

8.1.5.1 Indicating means

Subclause 7.1.5.1 of part 1 applies to manually operated starters.

8.1.5.2 Indication by the actuator

Subclause 7.1.5.2 of part 1 applies.

8.1.6 Additional safety requirements for equipment with isolating function

Subclause 7.1.6 of part 1 applies when isolating means are incorporated.

8.1.7 Bornes

Le paragraphe 7.1.7 de la partie 1 est applicable avec le complément suivant.

8.1.7.4 Identification et marquage des bornes

Le paragraphe 7.1.7.4 de la partie 1 est applicable avec les prescriptions complémentaires de l'annexe A.

8.1.8 Prescriptions supplémentaires pour les contacteurs et les démarreurs dotés d'un pôle neutre

Le paragraphe 7.1.8 de la partie 1 est applicable.

8.1.9 Dispositions pour assurer la mise à la terre

Le paragraphe 7.1.9 de la partie 1 est applicable.

8.1.10 Enveloppes pour le matériel

Le paragraphe 7.1.10 de la partie 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 Degrés de protection des contacteurs et des démarreurs sous enveloppe

Le paragraphe 7.1.11 de la partie 1 est applicable.

8.2 Dispositions relatives au fonctionnement

8.2.1 Conditions de fonctionnement

8.2.1.1 Généralités

Le paragraphe 7.2.1.1 de la partie 1 est applicable avec les compléments suivants.

8.2.1.1.1 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 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.

8.1.7 Terminals

Subclause 7.1.7 of part 1 applies with, however, the following additional requirement.

8.1.7.4 Terminal identification and marking

Subclause 7.1.7.4 of part 1 applies with additional requirements as given in annex A.

8.1.8 Additional requirements for contactors or starters provided with a neutral pole

Subclause 7.1.8 of part 1 applies.

8.1.9 Provisions for earthing

Subclause 7.1.9 of part 1 applies.

8.1.10 Enclosures for equipment

Subclause 7.1.10 of part 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.

8.1.11 Degrees of protection of enclosed contactors and starters

Subclause 7.1.11 of part 1 applies.

8.2 Performance requirements

8.2.1 Operating conditions

8.2.1.1 General

Subclause 7.2.1.1 of part 1 applies with the following additions.

8.2.1.1.1 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 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 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 Si les démarreurs sont utilisés dans des conditions telles qu'un échauffement excessif des résistances de démarrage 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 Les contacts mobiles des matériels multipolaires destinés à assurer simultanément l'établissement et la coupure doivent être accouplés mécaniquement de manière telle que tous les pôles soient fermés ou coupés pratiquement en même temps, que la manoeuvre soit manuelle ou automatique.

8.2.1.2 Limites de fonctionnement des contacteurs et des démarreurs à manoeuvre par source d'énergie extérieure

Qu'ils soient utilisés séparément ou avec des démarreurs, les contacteurs électromagnétiques doivent se fermer de manière satisfaisante pour toute valeur de la tension d'alimentation de commande U_s comprise entre 85 % et 110 % de la valeur assignée de celle-ci. Lorsqu'un domaine de tensions est indiqué, la valeur de 85 % s'applique à la valeur inférieure du domaine et la valeur de 110 % s'applique à la valeur supérieure du domaine.

Les limites entre lesquelles les contacteurs doivent relâcher leurs contacts et s'ouvrir complètement vont 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'un domaine de tensions est indiqué, les valeurs de 20 % ou 10 %, selon le cas, s'appliquent à la valeur supérieure du domaine et la valeur de 75 % à la valeur inférieure du domaine.

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 de +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 ambiante normale.

Ces limites sont valables en courant continu et en courant alternatif à la fréquence indiquée.

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.

8.2.1.3 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à minimum de tension

Le paragraphe 7.2.1.3 de la partie 1 est applicable.

8.2.1.4 Limites de fonctionnement des déclencheurs shunt

Le paragraphe 7.2.1.4 de la partie 1 est applicable.

8.2.1.5 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à manoeuvre par variation de courant

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

8.2.1.2 Limits of operation of contactors and power-operated 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 the indefinite application of 100 % U_s in an ambient temperature of +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 temperature.

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

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.

8.2.1.3 Limits of operation of under-voltage relays and releases

Subclause 7.2.1.3 of part 1 applies.

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

Subclause 7.2.1.4 of part 1 applies.

8.2.1.5 Limits of operation of current operated relays and releases

8.2.1.5.1 Limites de fonctionnement des relais de surcharge temporisés quand tous leurs pôles sont alimentés

Les relais doivent satisfaire aux prescriptions du tableau 3, lorsqu'ils sont essayés comme suit:

- 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;
- 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;
- pour les relais de surcharge de classe 10A alimentés 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 à 18.2 de la CEI 60034-1;
- pour les relais de surcharge de classe 10, 20 et 30 alimentés à C fois leur courant de réglage, le déclenchement doit se produire moins de 4, 8 ou 12 min respectivement, à partir de l'équilibre thermique, au courant de réglage;
- à D fois le courant de réglage, le déclenchement doit se produire dans les limites fixées au tableau 2, pour la classe de déclenchement appropriée, 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 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 prescriptions du tableau 3 à +20 °C et s'il se trouve dans les limites de la figure 7 à d'autres températures.

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				Température de référence de l'air ambiant
	A	B	C	D	
– Type thermique non compensé pour les variations de température de l'air ambiant – Type magnétique	1,0	1,2	1,5	7,2	+40 °C
Type thermique compensé pour les variations de température de l'air ambiant	1,05	1,2	1,5	7,2	+20 °C

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

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 10 A 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 18.2 of IEC 60034-1;
- d) for class 10, 20 and 30 overload relays energized at C times the current setting, tripping shall occur in less than 4, 8 or 12 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, starting from the cold state.

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 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 figure 7 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				Reference ambient air temperature
	A	B	C	D	
– Thermal type not compensated for ambient air temperature variations – Magnetic type	1,0	1,2	1,5	7,2	+40 °C
Thermal type compensated for ambient air temperature variations	1,05	1,2	1,5	7,2	+20 °C

8.2.1.5.2 Limites de fonctionnement des relais de surcharge thermiques tripolaires alimentés 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.

Dans le cas des relais de surcharge thermiques 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 thermiques tripolaires alimentés sur deux pôles seulement

Type du relais de surcharge thermique	Multiples de la valeur du courant de réglage		Température de référence de l'air ambiant
	<i>A</i>	<i>B</i>	
Compensé pour les variations de température de l'air ambiant. Insensible à une perte de phase	3 pôles 1,0	2 pôles 1,32 1 pôle 0	+20 °C
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
Compensé pour les variations de température de l'air ambiant. 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 de commutation automatique par relais à minimum de courant

- pour les démarreurs étoile-triangle d'étoile en triangle, et
- pour les démarreurs par autotransformateur de la position de démarrage à la position MARCHÉ

8.2.1.5.2 Limits of operation of three-pole thermal 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.

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 thermal 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 thermal overload relays when energized on two poles only

Type of thermal overload relay	Multiples of current setting		Reference ambient air temperature
	<i>A</i>	<i>B</i>	
Compensated for ambient air temperature variations. Not phase loss sensitive	3 poles 1,0	2 poles 1,32 1 pole 0	+20 °C
Not compensated for ambient air temperature variations. Not phase loss sensitive	3 poles 1,0	2 poles 1,25 1 pole 0	+40 °C
Compensated for ambient air temperature variations. 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 automatic change over by under-current relays

- for star-delta starters from star to delta, and
- for auto-transformer starters from the starting to the ON position

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 la durée de déclenchement déterminée par le relais de surcharge sous son courant de réglage maximal.

8.2.2 Echauffement

Les prescriptions de 7.2.2, 7.2.2.1, 7.2.2.2 et 7.2.2.3 de la partie 1 sont applicables aux contacteurs et aux démarreurs à l'état neuf et propre.

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 partie 1.

Tableau 5 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile

Classe des matières isolantes	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	–
NOTE La classification des isolations est celle figurant à l'article 2 de la CEI 60085.		

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 prescriptions de 5.3.4 et 5.3.5.5.3.

NOTE Les limites d'échauffement indiquées au tableau 5 de la présente norme et en 7.2.2.2 de la partie 1 ne sont valables que si la température de l'air ambiant reste comprise entre les limites –5 °C, +40 °C.

8.2.2.4 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 partie 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;
- son courant assigné d'emploi (voir 5.3.2.5) dans le cas d'un contacteur ou d'un démarreur prévu pour un service ininterrompu, un service intermittent ou un service temporaire.

8.2.2.5 Circuits de commande

Le paragraphe 7.2.2.5 de la partie 1 est applicable.

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.

8.2.2 Temperature rise

The requirements of 7.2.2, 7.2.2.1, 7.2.2.2 and 7.2.2.3 of part 1 apply to contactors and starters in a clean, new condition.

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 part 1.

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

Class of insulating material	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	–

NOTE The classification of insulations is that given in clause 2 of IEC 60085.

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 The temperature rise limits given in table 5 of this standard and in 7.2.2.2 of part 1 are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits -5°C , $+40^{\circ}\text{C}$.

8.2.2.4 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 part 1 when tested in accordance with 9.3.3.4:

- 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).

8.2.2.5 Control circuits

Subclause 7.2.2.5 of part 1 applies.

8.2.2.6 Enroulements des bobines et des électro-aimants

8.2.2.6.1 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 8.2.2.4, 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 de la partie 1.

8.2.2.6.2 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 partie 1.

Tableau 6 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent

Classe de service intermittent		Un cycle de manoeuvre de fermeture-ouverture toutes les	Durée de maintien de l'alimentation de la bobine de commande
Contacteurs	Démarreurs		
1	1	3 600 s	Le temps de passage du courant doit normalement correspondre au facteur de marche spécifié par le constructeur
3	3	1 200 s	
12	12	300 s	
30	30	120 s	
120		30 s	
300		12 s	
1 200		3 s	

8.2.2.6.3 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 constructeur.

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 des bobines d'électrovalves destinées au verrouillage de contacteurs ou de démarreurs pneumatiques.

8.2.2.7 Circuits auxiliaires

Le paragraphe 7.2.2.7 de la partie 1 est applicable.

8.2.3 Propriétés diélectriques

Les contacteurs ou les démarreurs doivent pouvoir satisfaire aux essais diélectriques spécifiés en 9.3.3.4.

8.2.4 Prescriptions de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge

Les prescriptions 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.

8.2.2.6 Windings of coils and electromagnets

8.2.2.6.1 Uninterrupted and eight-hour duty windings

With the maximum value of current according to 8.2.2.4 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 of part 1.

8.2.2.6.2 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 part 1.

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	"ON" time should correspond to the on-load factor specified by the manufacturer
3	3	1 200 s	
12	12	300 s	
30	30	120 s	
120		30 s	
300		12 s	
1 200		3 s	

8.2.2.6.3 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.

8.2.2.7 Auxiliary circuits

Subclause 7.2.2.7 of part 1 applies.

8.2.3 Dielectric properties

The contactor or starter shall be capable of withstanding the dielectric tests specified in 9.3.3.4.

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.

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 manoeuvres indiquées, comme le précise le paragraphe 9.3.3.5.

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	$\cos \phi$	Durée de passage du courant ²⁾ s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manoeuvres
AC-1	1,5	1,05	0,8	0,05	6)	50
AC-2	4,0 ⁸⁾	1,05	0,65 ⁸⁾	0,05	6)	50
AC-3 ⁹⁾	8,0	1,05	1)	0,05	6)	50
AC-4 ⁹⁾	10,0	1,05	1)	0,05	6)	50
AC-5a	3,0	1,05	0,45 ³⁾	0,05	6)	50
AC-5b	1,5 ³⁾	1,05	—	0,05	60	50
AC-6a	10)					
AC-6b	5)	—	—	—	—	—
AC-8a	6,0	1,05	1)	0,05	6)	50
AC-8b	6,0	1,05	1)	0,05	6)	50
			— L/R ms			
DC-1	1,5	1,05	1,0	0,05	6)	50 ⁴⁾
DC-3	4,0	1,05	2,5	0,05	6)	50 ⁴⁾
DC-5	4,0	1,05	15,0	0,05	6)	50 ⁴⁾
DC-6	1,5 ³⁾	1,05	3)	0,05	60	50 ⁴⁾
Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement ⁹⁾					
	I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	Durée de passage du courant ²⁾ s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manoeuvres
AC-3	10	1,05 ⁷⁾	1)	0,05	10	50
AC-4	12	1,05 ⁷⁾	1)	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 manoeuvre 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

$\cos \phi$ = facteur de puissance du circuit d'essai

L/R = constante de temps du circuit d'essai

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.

**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	$\cos \phi$	On-time ²⁾ s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-1	1,5	1,05	0,8	0,05	6)	50
AC-2	4,0 ⁸⁾	1,05	0,65 ⁸⁾	0,05	6)	50
AC-3 ⁹⁾	8,0	1,05	1)	0,05	6)	50
AC-4 ⁹⁾	10,0	1,05	1)	0,05	6)	50
AC-5a	3,0	1,05	0,45	0,05	6)	50
AC-5b	1,5 ³⁾	1,05	3)	0,05	6)	50
AC-6a	10)					
AC-6b	5)					
AC-8a	6,0	1,05	1)	0,05	6)	50
AC-8b	6,0	1,05	1)	0,05	6)	50
			L/R ms			
DC-1	1,5	1,05	1,0	0,05	6)	50 ⁴⁾
DC-3	4,0	1,05	2,5	0,05	6)	50 ⁴⁾
DC-5	4,0	1,05	15,0	0,05	6)	50 ⁴⁾
DC-6	1,5 ³⁾	1,05	3)	0,05	60	50 ⁴⁾
Utilization category	Make conditions ⁹⁾					
	I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	On-time ²⁾ s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-3	10	1,05 ⁷⁾	1)	0,05	10	50
AC-4	12	1,05 ⁷⁾	1)	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
 $\cos \phi$ = power factor of test circuit
 L/R = time-constant of test circuit

Tableau 7 – (suite)

1)	$\cos \phi = 0,45$ pour $I_e \leq 100$ A; 0,35 pour $I_e > 100$ A.
2)	La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.
3)	Essais à effectuer avec une charge constituée par des lampes à incandescence.
4)	25 cycles de manoeuvres à une polarité et 25 cycles de manoeuvres à la polarité inverse.
5)	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 7b, 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.
6)	Voir tableau 7a.
7)	Pour U/U_e , une tolérance de ± 20 % est admise.
8)	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.
9)	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 constructeur. 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 manoeuvres 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 manoeuvres à 85 % de U_s . Les durées de repos sont à déterminer d'après le tableau 7a.
10)	Le constructeur 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 7b.

Tableau 7a – 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 constructeur.

Table 7 – (continued)

1)	$\cos \phi = 0,45$ for $I_e \leq 100$ A; $0,35$ for $I_e > 100$ A.
2)	The time may be less than $0,05$ s, provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.
3)	Tests to be carried out with an incandescent light load.
4)	25 operating cycles with one polarity and 25 operating cycles with reverse polarity.
5)	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 7b. This formula takes no account of thermal effects due to harmonic currents, and values derived must consequently be considered taking temperature rise into account.
6)	See table 7a.
7)	For U/U_e , a tolerance of ± 20 % is accepted.
8)	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 $0,95$.
9)	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_b/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 7a.
10)	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 7b.

Table 7a – 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.

Tableau 7b – 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 $x = 13,3 \cdot \frac{I_e \text{ (AC-3)}}{i_k}$ et pour $i_k > 205 I_e \text{ (AC-3)}$
L'expression du courant d'emploi I_e (AC-6b) provient de la formule donnant la valeur de crête maximale du courant d'appel: $I_{pmax} = \frac{U_e \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1 + \sqrt{\frac{X_c}{X_L}}}{X_L - X_c}$ 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 paragraphe 7.2.4.2 de la partie 1 est applicable avec le complément suivant.

Les contacteurs ou les démarreurs doivent pouvoir établir et couper, sans défaillance, les courants dans les conditions conventionnelles définies au tableau 8 pour les catégories d'emploi prescrites et le nombre de cycles de manoeuvres indiqué, dans les conditions définies en 9.3.3.6.

Table 7b – 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 $x = 13,3 \cdot \frac{I_e \text{ (AC-3)}}{i_k}$ and for $i_k > 205 I_e \text{ (AC-3)}$
The expression for the operational current I_e (AC-6b) emanates from the formula for the highest inrush current peak: $I_{pmax} = \frac{U_e \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1 + \sqrt{\frac{X_c}{X_L}}}{X_L - X_c}$ 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 part 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 8 for the required utilization categories and the number of operating cycles indicated as specified in 9.3.3.6.

**Tableau 8 – 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	$\cos \phi$	Durée de passage du courant ²⁾ s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manoeuvres
AC-1	1,0	1,05	0,80	0,05	3)	6 000 ¹¹⁾
AC-2	2,0	1,05	0,65	0,05	3)	6 000 ¹¹⁾
AC-3	2,0	1,05	1)	0,05	3)	6 000 ¹¹⁾
AC-4	6,0	1,05	1)	0,05	3)	6 000 ¹¹⁾
AC-5a	2,0	1,05	0,45	0,05	3)	6 000 ¹¹⁾
AC-5b	1,0 ⁷⁾	1,05	7)	0,05	4)	6 000 ¹¹⁾
AC-6	9)	9)	9)	9)	9)	9)
AC-8a	1,0	1,05	0,80	0,05	3)	30 000
AC-8b ¹⁰⁾	6,0	1,05	0,35	1 10	3) 6)	5 900 100
			— L/R ms			
DC-1	1,0	1,05	1,0	0,05	3)	6 000 ⁸⁾
DC-3	2,5	1,05	2,0	0,05	3)	6 000 ⁸⁾
DC-5	2,5	1,05	7,5	0,05	3)	6 000 ⁸⁾
DC-6	1,0 ⁷⁾	1,05	7)	0,05	4)	6 000 ⁸⁾
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 manoeuvre 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 1) $\cos \phi = 0,45$ pour $I_e \leq 100$ A; 0,35 pour $I_e > 100$ A. 2) La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture. 3) Ces durées de repos ne doivent pas être supérieures aux valeurs du tableau 7a. 4) Ces durées de repos sont de 60 s. 5) Cette durée de repos est de 9 s. 6) Cette durée de repos est de 90 s. 7) Essais à effectuer avec une charge constituée par des lampes à incandescence. 8) 3 000 cycles de manoeuvres à une polarité et 3 000 cycles de manoeuvres à la polarité inverse. 9) A l'étude. 10) 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. 11) Pour les appareils de connexion à commande manuelle, le nombre de cycles de manoeuvres doit être 1 000 en charge, suivis de 5 000 à vide.						

8.2.4.3 Durabilité

Le paragraphe 7.2.4.3 de la partie 1 est applicable avec les compléments suivants.

**Table 8 – 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	$\cos \phi$	On-time ²⁾ s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-1	1,0	1,05	0,80	0,05	3)	6 000 ¹¹⁾
AC-2	2,0	1,05	0,65	0,05	3)	6 000 ¹¹⁾
AC-3	2,0	1,05	1)	0,05	3)	6 000 ¹¹⁾
AC-4	6,0	1,05	1)	0,05	3)	6 000 ¹¹⁾
AC-5a	2,0	1,05	0,45	0,05	3)	6 000 ¹¹⁾
AC-5b	1,0 ⁷⁾	1,05	7)	0,05	4)	6 000 ¹¹⁾
AC-6	9)	9)	9)	9)	9)	9)
AC-8a	1,0	1,05	0,80	0,05	3)	30 000
AC-8b ¹⁰⁾	6,0	1,05	0,35	1 10	5) 6)	5 900 100
			— L/R ms			
DC-1	1,0	1,05	1,0	0,05	3)	6 000 ⁸⁾
DC-3	2,5	1,05	2,0	0,05	3)	6 000 ⁸⁾
DC-5	2,5	1,05	7,5	0,05	3)	6 000 ⁸⁾
DC-6	1,0 ⁷⁾	1,05	7)	0,05	4)	6 000 ⁸⁾
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						
1) $\cos \phi = 0,45$ for $I_e \leq 100$ A; $0,35$ for $I_e > 100$ A. 2) The time may be less than 0,05 s, provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening. 3) These off-times shall be not greater than the values specified in table 7a. 4) Off-time is 60 s. 5) Off-time is 9 s. 6) Off-time is 90 s. 7) Tests to be carried out with an incandescent light load. 8) 3 000 operating cycles with one polarity and 3 000 operating cycles with reverse polarity. 9) Under consideration. 10) Tests for category AC-8b shall be accompanied by tests for category AC-8a. The tests may be made on different samples. 11) For manually operated switching devices, the number of operating cycles shall be 1 000 on-load, followed by 5 000 off-load.						

8.2.4.3 Durability

Subclause 7.2.4.3 of part 1 applies with the following additions.

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 constructeur. 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 constructeur. 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 9, comme indiqué en 9.3.5.

Tableau 9 – Prescriptions de tenue aux courants de surcharge

Courant assigné d'emploi	Courant d'essai	Durée de l'essai
≤630 A	$8 \times I_e \text{ max/AC-3}$	10 s
>630 A	$6 \times I_e \text{ max/AC-3}^*$	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 9 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 et des démarreurs protégés doit être vérifié par des essais de court-circuit comme le spécifie le paragraphe 9.3.4. Ces essais sont obligatoires:

- à la valeur appropriée du courant présumé indiquée au tableau 12 (courant d'essai « r »), et
- 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 le type «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 constructeur 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 constructeur peut annuler la coordination.

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 9, as specified in 9.3.5.

Table 9 – Overload current withstand requirements

Rated operational current	Test current	Duration of test
≤630 A	$8 \times I_e \text{ max/AC-3}$	10 s
>630 A	$6 \times I_e \text{ max/AC-3}^*$	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 9 and the test duration is longer than 10 s, provided that the tested value of I^2t is not exceeded.

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 and protected starters shall be verified by short-circuit tests as specified in 9.3.4. These tests are mandatory:

- at the appropriate value of prospective current shown in table 12 (test current "r"), and
- 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.

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.

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 à l'article B.4.

8.2.6 Surtensions de manoeuvre

Le paragraphe 7.2.6 de la partie 1 est applicable aux contacteurs et aux démarreurs pour lesquels le constructeur a déclaré une valeur de la tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} .

Les circuits d'essai et les méthodes de mesure appropriés sont à l'étude.

8.2.7 Prescriptions supplémentaires pour les combinés de démarrage et les démarreurs protégés aptes au sectionnement

A l'étude.

8.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)

8.3.1 Généralités

Le paragraphe 7.3.1 de la partie 1 est applicable avec le complément suivant.

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 paragraphe 7.3.2.1 de la partie 1 est applicable.

8.3.2.2 Matériel comprenant des circuits électroniques

Le paragraphe 7.3.2.2 de la partie 1 est applicable.

Les résultats d'essai sont spécifiés en utilisant les critères de fonctionnement de la CEI 61000-4. Par commodité, les critères de fonctionnement sont cités ci-après et décrits de façon plus détaillée au tableau 10.

Critères de fonctionnement	Résultat d'essai
1	Fonctionnement normal dans les limites spécifiées
2	Dégradation temporaire, ou perte de fonction ou de fonctionnement qui est auto-récupérable
3	Dégradation temporaire, ou perte de fonction ou de fonctionnement nécessitant l'intervention d'un opérateur ou un réarmement du système. Les fonctions normales doivent pouvoir être restaurées par simple intervention, par exemple par réarmement manuel ou redémarrage. Aucun composant ne doit être endommagé.

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 clause B.4.

8.2.6 Switching overvoltages

Subclause 7.2.6 of part 1 applies to contactors and starters for which the manufacturer has declared a value of the rated impulse withstand voltage U_{imp} .

Suitable test circuits and measuring methods are under consideration.

8.2.7 Additional requirements for combination starters and protected starters suitable for isolation

Under consideration.

8.3 Electromagnetic compatibility (EMC)

8.3.1 General

Subclause 7.3.1 of part 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 part 1 applies.

8.3.2.2 Equipment incorporating electronic circuits

Subclause 7.3.2.2 of part 1 applies.

The test results are specified using the performance criteria of IEC 61000-4. For convenience the performance criteria are quoted here and described in more detail in table 10.

Performance criteria	Test result
1	Normal performance within the specification limits
2	Temporary degradation, or loss of function or performance which is self-recoverable
3	Temporary degradation, or loss of function or performance which requires operator's intervention or system reset. Normal functions shall be restorable by simple intervention, for example by manual reset or restart.
	There shall not be any damaged component.

Tableau 10 – Critères d'acceptation spécifiques pour les essais d'immunité

Elément	Critères d'acceptation		
	1	2	3
Fonctionnement des circuits de puissance et de commande	Pas de dysfonctionnement	Dysfonctionnement 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 visible de l'information affichée Seulement une légère fluctuation de l'intensité lumineuse des DEL ou un léger mouvement des caractères	Changements temporaires visibles, par exemple illumination non désirée de la DEL Pas de mauvais fonctionnement des contacts auxiliaires	Perte permanente de l'information affichée Mauvais fonctionnement des contacts auxiliaires

8.3.3 Emission

Les niveaux de sévérité requis pour l'environnement 1 couvrent ceux requis pour l'environnement 2.

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 paragraphe 7.3.3.1 de la partie 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 supprimeurs d'onde de choc).

8.3.3.2 Matériel comprenant des circuits électroniques

Le paragraphe 7.3.3.2 de la partie 1 est applicable avec le complément suivant.

Les essais d'émission à fréquence radioélectrique rayonnée sont requis seulement pour le matériel comprenant des circuits avec une fréquence de commutation fondamentale supérieure à 9 kHz, par exemple alimentations à découpage ou horloges à haute fréquence de microprocesseurs.

9 Essais

9.1 Nature des essais

9.1.1 Généralités

Le paragraphe 8.1.1 de la partie 1 est applicable.

Table 10 – Specific acceptance criteria for immunity tests

Item	Acceptance criteria		
	1	2	3
Operation of power and control circuits	No maloperation	Temporary maloperation which cannot cause tripping Unintentional separation or closure of contacts is not accepted Self-recoverable	Tripping of overload relay Unintentional separation or closure 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	Temporary visible changes, for example unwanted LED illumination No maloperation of auxiliary contacts	Permanent loss of display information Maloperation of auxiliary contacts

8.3.3 Emission

The level of severity required for environment 1 covers those required for environment 2.

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 part 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 with the following addition.

Radiated radio-frequency emission tests are required only for equipment incorporating circuits with fundamental switching frequency greater than 9 kHz, for example chopped supplies or high-frequency clocks of microprocessors.

9 Tests

9.1 Kinds of test

9.1.1 General

Subclause 8.1.1 of part 1 applies.

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) fonctionnement en condition de court-circuit (voir 9.3.4);
- i) propriétés mécaniques des bornes (voir 8.2.4 de la partie 1);
- j) degrés de protection des contacteurs et des démarreurs sous enveloppe (voir annexe C de la partie 1);
- k) essai CEM s'il y a lieu (voir 9.4).

9.1.3 Essais individuels (voir 9.3.6)

Le paragraphe 8.3.1 de la partie 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:

- 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 (voir 9.3.6)

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 paragraphe 8.1.4 de la première partie est applicable avec les compléments suivants.

Un constructeur peut, s'il le désire, faire des essais sur prélèvement à la place des essais individuels. Le prélèvement doit au moins satisfaire aux prescriptions suivantes spécifiées dans la CEI 60410 (voir tableau II-A: Plans d'échantillonnage simple en contrôle normal):

- prélèvement basé sur le $NQA \leq 1$;
- 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 prescriptions 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 conformément à 8.3.3.4.3 de la partie 1 sont à l'étude.

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 part 1);
- j) degrees of protection of enclosed contactors and starters (see annex C of part 1).
- k) EMC tests, where applicable (see 9.4).

9.1.3 Routine tests (see 9.3.6)

Subclause 8.1.3 of part 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 (see 9.3.6)

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 part 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 $AQL \leq 1$;
- 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 according to 8.3.3.4.3 of part 1 are under consideration.

9.1.5 Essais spéciaux

Les essais spéciaux sont les essais de durabilité mécanique et électrique ainsi que la vérification de la coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC (voir annexe B).

9.2 Conformité aux dispositions relatives à la construction

Le paragraphe 8.2 de la partie 1 est applicable (voir, cependant la note de 8.1).

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 constructeur, plus d'une séquence d'essais ou toutes les séquences d'essais peuvent être effectuées sur un seul échantillon. Cependant, les essais seront 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 constructeur, 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 partie 1 – *Vérification des lignes de fuite;*

Paragraphe 8.2.4 de la partie 1 – *Propriétés mécaniques des bornes;*

Annexe C de la partie 1 – *Degrés de protection du matériel sous enveloppe.*

Les séquences d'essais doivent être les suivantes

- a) Séquence d'essais 1
 - (i) vérification de l'échauffement (voir 9.3.3.3)
 - (ii) vérification du fonctionnement et des limites de fonctionnement (voir 9.3.3.1 et 9.3.3.2)
 - (iii) vérification des propriétés diélectriques (voir 9.3.3.4)
- b) Séquence d'essais 2
 - (i) 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)
 - (ii) 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
 - (i) vérification des propriétés mécaniques des bornes (voir 8.2.4 de la partie 1);
 - (ii) vérification du degré de protection des contacteurs et des démarreurs sous enveloppe (voir annexe C de la partie 1).

Aucun des essais ne doit provoquer de défaillance.

9.1.5 Special tests

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).

9.2 Compliance with constructional requirements

Subclause 8.2 of part 1 applies (see, however, note to 8.1).

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 to be 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 part 1 – *Verification of creepage distances*.

Subclause 8.2.4 of part 1 – *Mechanical properties of terminals*;

Annex C of part 1 – *Degrees of protection of enclosed equipment*.

The test sequence shall be as follows.

- a) Test sequence 1
 - (i) verification of temperature rise (see 9.3.3.3)
 - (ii) verification of operation and operating limits (see 9.3.3.1 and 9.3.3.2)
 - (iii) verification of dielectric properties (see 9.3.3.4)
- b) Test sequence 2
 - (i) verification of rated making and breaking capacities, change-over ability and reversibility, where applicable (see 9.3.3.5)
 - (ii) verification of conventional operational performance (see 9.3.3.6)
- c) Test sequence 3
 - performance under short-circuit conditions (see 9.3.4);
- d) Test sequence 4 (applicable to contactors only)
 - verification of ability to withstand overload currents (see 9.3.5);
- e) Test sequence 5
 - (i) verification of mechanical properties of terminals (see 8.2.4 of part 1);
 - (ii) verification of degrees of protection of enclosed contactors and starters (see annex C of part 1).

There shall be no failure in any of the tests.

9.3.2 Conditions générales d'essai

Le paragraphe 8.3.2 de la partie 1 est applicable avec le complément suivant.

Sauf prescriptions contraires dans le paragraphe d'essai correspondant, le couple de serrage des connexions doit être celui spécifié par le constructeur ou, s'il n'est pas spécifié, le couple donné dans le tableau 4 de la première partie.

9.3.3 Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge

9.3.3.1 Manoeuvre

Il faut vérifier que la manoeuvre des contacteurs et des démarreurs est conforme aux prescriptions de 8.2.1.1.2.

L'insensibilité du démarreur à la manoeuvre du contacteur est vérifiée en mettant le démarreur sous tension pour atteindre une température de régime, comme indiqué en 8.2.2, et en manoeuvrant le contacteur trois fois suivant la séquence normale sans retard intentionnel entre les manoeuvres. Le démarreur ne doit pas changer de position sous l'effet de la manoeuvre du contacteur.

Lorsque le relais de surcharge a un mécanisme combiné d'arrêt et de réarmement, le mécanisme de réarmement doit être manoeuvré, 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 manoeuvré, 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 constructeur.

On doit vérifier que la valeur des résistances de démarrage est, pour chaque section, égale aux valeurs indiquées, avec une tolérance de $\pm 10\%$.

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 Matériel à commande par source d'énergie extérieure

Les contacteurs et les démarreurs doivent être essayés, pour vérifier leur fonctionnement, conformément aux prescriptions de 8.2.1.2.

9.3.2 General test conditions

Subclause 8.3.2 of part 1 applies with the following addition.

Unless otherwise specified in the relevant test clause, the clamping torque for connections shall be that specified by the manufacturer or, if not specified, the torque given in table 4 of part 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 $\pm 10\%$ 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 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

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

9.3.3.2.2 Relais et déclencheurs

a) Relais et déclencheurs à minimum de tension

Les relais et déclencheurs à minimum de tension doivent être essayés pour vérifier qu'ils satisfont aux dispositions 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.

b) Déclencheurs à bobine en dérivation

Les déclencheurs à bobine en dérivation doivent être essayés pour vérifier qu'ils satisfont aux dispositions 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.

c) Relais de surcharge thermiques 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 première partie pour des courants d'essai correspondant à:

- 100 % du courant de réglage du relais de surcharge pour les relais de surcharge de classe de déclenchement 10 A;
- 125 % du courant de réglage du relais de surcharge pour les relais de surcharge des classes de déclenchement 10, 20 et 30 et pour les relais de surcharge pour lesquels une durée de déclenchement maximale supérieure à 30 s est spécifiée (voir 5.7.3).

Les relais de surcharge thermiques et les relais de surcharge magnétiques temporisés alimentés sur tous leurs pôles doivent être essayés comme indiqué en 8.2.1.5.1.

En outre, les caractéristiques définies en 8.2.1.5.1 doivent être vérifiées par des essais à -5°C , $+20^{\circ}\text{C}$, $+40^{\circ}\text{C}$.

Les relais de surcharge thermiques tripolaires alimentés 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 maximales et minimales 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 en commutation automatique

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément en 8.2.1.5.4.

9.3.3.3 Echauffement

9.3.3.3.1 Température de l'air ambiant

Le paragraphe 8.3.3.3.1 de la partie 1 est applicable.

9.3.3.3.2 Mesure de la température des organes

Le paragraphe 8.3.3.3.2 de la partie 1 est applicable.

9.3.3.3.3 Echauffement d'un organe

Le paragraphe 8.3.3.3.3 de la partie 1 est applicable.

9.3.3.3.4 Echauffement du circuit principal

Le paragraphe 8.3.3.3.4 de la partie 1 est applicable avec les compléments suivants:

Le circuit principal doit être alimenté comme indiqué en 8.2.2.4.

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.

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.

c) Thermal and time-delay magnetic overload relays

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

- 100 % of the current setting of the overload relay for overload relays of trip class 10A;
- 125 % of the current setting of the overload relay for overload relays of trip classes 10, 20 and 30 and for overload relays for which a maximum tripping time greater than 30 s is specified (see 5.7.3).

Thermal and time-delay magnetic overload relays with all poles energized shall be tested as stated in 8.2.1.5.1.

Moreover, the characteristics defined in 8.2.1.5.1 shall be verified by tests at –5 °C, +20 °C, +40 °C.

Three-pole thermal 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 in automatic change-over

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.4.

9.3.3.3 Temperature rise

9.3.3.3.1 Ambient air temperature

Subclause 8.3.3.3.1 of part 1 applies.

9.3.3.3.2 Measurement of the temperature of parts

Subclause 8.3.3.3.2 of part 1 applies.

9.3.3.3.3 Temperature rise of a part

Subclause 8.3.3.3.3 of part 1 applies.

9.3.3.3.4 Temperature rise of the main circuit

Subclause 8.3.3.3.4 of part 1 applies with the following additions:

The main circuit shall be loaded as stated in 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:

– 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 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 statiques de surcharge), le courant d'essai doit toujours être le courant maximal d'emploi du démarreur.

9.3.3.3.5 Echauffement des circuits de commande

Le paragraphe 8.3.3.3.5 de la partie 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 Echauffement des bobines et des électro-aimants

Le paragraphe 8.3.3.3.6 de la partie 1 est applicable avec les compléments suivants.

- 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 8.2.2.6.1, 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 8.2.2.6.2, en l'absence de courant dans le circuit principal.
- c) Les enroulements spéciaux (pour service temporaire et périodique) doivent être essayés comme indiqué en 8.2.2.6.3, le circuit principal n'étant parcouru par aucun courant.

9.3.3.3.7 Echauffement des circuits auxiliaires

Le paragraphe 8.3.3.3.7 de la partie 1 est applicable avec le complément suivant.

L'échauffement doit être mesuré au cours de l'essai de 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.8 Echauffement 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 partie 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).

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.

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 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. solid state overload relays), the test current shall always be the maximum operational current of the starter.

9.3.3.3.5 Temperature rise of control circuits

Subclause 8.3.3.3.5 of part 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 part 1 applies with the following additions.

- a) Electromagnets of contactors or starters intended for uninterrupted or 8 h duty are subjected only to the conditions prescribed in 8.2.2.6.1, 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 8.2.2.6.2 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 8.2.2.6.3, without the current in the main circuit.

9.3.3.3.7 Temperature rise of auxiliary circuits

Subclause 8.3.3.3.7 of part 1 applies with the following addition.

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

9.3.3.3.8 Temperature rise of starting resistors for rheostatic rotor starters

The temperature rise of resistors shall not exceed the limits specified in table 3 of part 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).

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 manoeuvres 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 partie 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 est seulement prescrit 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 Echauffement 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 % (voir 8.2.2) et celles spécifiées au tableau 3 de la première partie, 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 manoeuvres 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 manoeuvres 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

L'essai doit être effectué:

- conformément à 8.3.3.4 de la partie 1 si le constructeur a déclaré une valeur de tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} (voir 5.3.1.3);
- conformément à 9.3.3.4.1, 9.3.3.4.2, 9.3.3.4.3 et 9.3.3.4.4, si aucune valeur de U_{imp} n'a été déclarée, et pour la vérification de la tenue diélectrique spécifiée dans les paragraphes correspondants de la présente norme.

Les matériels aptes au sectionnement doivent être essayés conformément à 8.3.3.4 de la partie 1, avec une tension d'essai de la valeur spécifiée au tableau 14 de la partie 1 et correspondant à la valeur de U_{imp} déclarée par le constructeur. Cette prescription ne s'applique pas aux vérifications de tenue diélectrique effectuées au cours des séquences d'essais.

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 part 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 required 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 % (see 8.2.2) and those specified in table 3 of part 1 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

The test shall be made:

- in accordance with 8.3.3.4 of part 1, if the manufacturer has declared a value of the rated impulse withstand U_{imp} (see 5.3.1.3);
- in accordance with 9.3.3.4.1, 9.3.3.4.2, 9.3.3.4.3 and 9.3.3.4.4, if no value of U_{imp} has been declared, and for the verification of dielectric withstand in the relevant subclauses of this standard.

Equipment suitable for isolation shall be tested according to 8.3.3.4 of part 1, with a value of test voltage as specified in table 14 of part 1 and corresponding to the value of U_{imp} declared by the manufacturer. This requirement does not apply to the verification of dielectric withstand made during test sequences.

Pour les matériels inaptes au sectionnement, les essais de vérification de la tension de tenue aux chocs entre les contacts ouverts ne sont pas demandés.

9.3.3.4.1 Etat du contacteur ou du démarreur pour les essais

Les essais diélectriques doivent être faits sur des contacteurs ou des démarreurs montés comme dans les conditions de service, avec leur câblage interne et à l'état propre et sec.

Dans le cas où le socle du contacteur ou du démarreur est en matière isolante, des pièces métalliques doivent être placées à tous les points de fixation suivant les conditions normales d'installation du contacteur ou du démarreur et ces pièces doivent être considérées comme faisant partie du bâti du contacteur ou du démarreur. Lorsque le contacteur ou le démarreur est placé dans une enveloppe isolante, celle-ci doit être recouverte extérieurement d'une feuille métallique reliée au bâti.

Lorsque la rigidité diélectrique du contacteur ou du démarreur dépend d'un enrubannage des conducteurs ou de l'emploi d'une isolation spéciale, cet enrubannage ou cette isolation spéciale doivent être également utilisés au cours des essais.

9.3.3.4.2 Application de la tension d'essai

Si les circuits d'un contacteur ou d'un démarreur contiennent des appareils tels que moteurs, instruments, interrupteurs à déclenchement brusque et des appareils statiques qui, conformément à leurs spécifications, ont été soumis à des tensions d'essai diélectriques inférieures à celles spécifiées en 9.3.3.4.3, ces appareils peuvent, au gré du constructeur, être débranchés avant de faire subir l'essai prescrit au contacteur ou au démarreur.

a) Circuit principal

Pour ces essais, tout circuit de commande et tout circuit auxiliaire qui ne sont pas normalement reliés au circuit principal doivent être raccordés au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min dans les conditions suivantes:

1) les contacts principaux étant fermés:

- entre toutes les parties actives de tous les pôles réunies entre elles et le bâti du contacteur ou du démarreur;
- entre chacun des pôles et tous les autres pôles réunis au bâti du contacteur ou du démarreur;

2) les contacts principaux étant ouverts:

- entre toutes les parties actives de tous les pôles réunies entre elles et le bâti du contacteur ou du démarreur;
- entre les bornes d'un côté, réunies entre elles et les bornes de l'autre côté réunies entre elles.

b) Circuit de commande et circuits auxiliaires

Pour ces essais, le circuit principal doit être raccordé au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min dans les conditions suivantes:

- 1) entre l'ensemble des circuits de commande et des circuits auxiliaires qui ne sont pas normalement reliés au circuit principal réunis entre eux et le bâti du contacteur ou du démarreur;
- 2) s'il y a lieu, entre chacune des parties des circuits de commande et des circuits auxiliaires pouvant se trouver isolées des autres en service normal et l'ensemble des autres parties réunies entre elles.

For equipment not suitable for isolation, tests to verify the impulse withstand voltage across open contacts are not required.

9.3.3.4.1 Condition of the contactor or starter for tests

Dielectric tests shall be made on contactors or starters mounted as for service, including internal wiring, and in a clean and dry condition.

When the base of the contactor or starter is of insulating material, metallic parts shall be placed at all the fixing points in accordance with the conditions of normal installation of the contactor or starter and these parts shall be considered as part of the frame of the contactor or starter. When the contactor or starter is in an insulating enclosure, the latter shall be covered externally by a metal foil connected to the frame.

When the dielectric strength of the contactor or starter is dependent upon the taping of leads or the use of special insulation, such taping or special insulation shall also be used during the tests.

9.3.3.4.2 Application of the test voltage

When the circuits of a contactor or starter include devices such as motors, instruments, snap switches and solid state devices which, according to their relevant specifications, have been subjected to dielectric test voltages lower than those specified in 9.3.3.4.3, such devices may, at the discretion of the manufacturer, be disconnected before subjecting the contactor or starter to the required test.

a) Main circuit

For these tests, any control and auxiliary circuits which are not normally connected to the main circuit shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for 1 min as follows:

1) with the main contacts closed:

- between all live parts of all poles connected together and the frame of the contactor or starter;
- between each pole and all the other poles connected to the frame of the contactor or starter;

2) with the main contacts open:

- between all live parts of all poles connected together and the frame of the contactor or starter;
- between the terminals of one side connected together and the terminals of the other side connected together.

b) Control and auxiliary circuits

For these tests, the main circuit shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for 1 min as follows:

- 1) between all the control and auxiliary circuits which are not normally connected to the main circuit connected together and the frame of the contactor or starter;
- 2) where appropriate, between each part of the control and auxiliary circuits which may be isolated from the other parts during normal operation and all the other parts connected together.

9.3.3.4.3 Valeur de la tension d'essai

La tension d'essai doit être de forme pratiquement sinusoïdale; sa fréquence doit être comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

La source de la tension d'essai doit être capable de fournir un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A pour le réglage correspondant à la tension d'essai mesurée à vide, côté essai. Le dispositif de déclenchement, s'il existe, ne doit pas déclencher à moins de 0,1 A.

La valeur de la tension d'essai d'une minute à sec doit être la suivante:

- a) pour le circuit principal, ainsi que pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires qui ne sont pas visés au point b) ci-après: conforme au tableau 11;

Tableau 11 – Tension d'essai diélectrique en fonction de la tension assignée d'isolement

Tension assignée d'isolement U_i V	Tension d'essai diélectrique (courant alternatif) (valeur efficace) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500
$690 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1\,000$	3 500
$1\,000 < U_i \leq 1\,500^*$	3 500
* En courant continu seulement.	

- b) pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires que le constructeur indique comme ne devant pas être reliés au circuit principal:

- lorsque la tension assignée d'isolement U_i ne dépasse pas 60 V: 1 000 V;
- lorsque la tension assignée d'isolement U_i est supérieure à 60 V: $2 U_i + 1\,000$ V avec un minimum de 1 500 V.

9.3.3.4.4 Résultats à obtenir

L'essai est considéré comme satisfaisant s'il n'y a ni perforation ni contournement.

9.3.3.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Le paragraphe 8.3.3.5 de la partie 1 est applicable avec les compléments suivants:

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 manoeuvres et à 85 % de U_s pour l'autre moitié.

9.3.3.4.3 Value of the test voltage

The test voltage shall have a practically sinusoidal waveform and a frequency between 45 Hz and 65 Hz.

The source of the test voltage shall be capable of supplying a short-circuit current of at least 0,2 A, when adjusted according to the test voltage measured off-load on the test side. The tripping device, if any, shall not trip at less than 0,1 A.

The value of the dry one-minute test voltage shall be as follows:

- a) for the main circuit and for the control and auxiliary circuits which are not covered by item b) below: in accordance with table 11;

Table 11 – Dielectric test voltage according to rated insulation voltage

Rated insulation voltage U_i V	Dielectric test voltage (a.c.) (r.m.s.) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500
$690 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1\,000$	3 500
$1\,000 < U_i \leq 1\,500^*$	3 500
* For d.c. only.	

- b) for control circuits and auxiliary circuits which are indicated by the manufacturer as unsuitable for connection to the main circuit:

- where the rated insulation voltage U_i does not exceed 60 V: 1 000 V;
- where the rated insulation voltage U_i exceeds 60 V: $2 U_i + 1\,000$ V with a minimum of 1 500 V.

9.3.3.4.4 Results to be obtained

The test is considered to have been passed if there is no puncture or flashover.

9.3.3.5 Making and breaking capacities

Subclause 8.3.3.5 of part 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.

Les connexions de raccordement au circuit principal doivent être semblables à celles destinées à être utilisées quand 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.

9.3.3.5.2 Circuit d'essai

Le paragraphe 8.3.3.5.2 de la partie 1 est applicable.

9.3.3.5.3 Caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement

Le paragraphe 8.3.3.5.3 de la partie 1 est applicable aux catégories d'emploi AC-2, AC-3, AC-4, AC-7b, 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 Surtensions de manoeuvre

Le paragraphe 8.3.3.5.4 de la partie 1 est applicable avec le complément suivant:

Les surtensions de manoeuvre 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 prescriptions 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 manoeuvres 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 manoeuvres de fermeture seule suivies de 50 manoeuvres 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, AC-7b) 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 manoeuvres indiqué au tableau 7.

Les démarreurs de catégorie d'emploi AC-3 doivent être soumis à 50 manoeuvres de fermeture seule suivies de 50 manoeuvres 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 manoeuvres de fermeture seule, le courant étant coupé par un appareil de connexion distinct.

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 part 1 applies.

9.3.3.5.3 Characteristics of transient recovery voltage

Subclause 8.3.3.5.3 of part 1 applies to utilization categories AC-2, AC-3, AC-4, AC-7b, AC-8a and AC-8b (see table 1).

It is not necessary to adjust factor y or the oscillatory frequency for testing making capacity only (in AC-3 and AC-4).

9.3.3.5.4 Switching overvoltages

Subclause 8.3.3.5.4 of part 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, AC-7b) 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.

Le démarreur doit être ensuite soumis à 50 manoeuvres de fermeture et de coupure. Chaque cycle de manoeuvres 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.

Le circuit de charge doit être relié 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 manoeuvres de fermeture, le courant étant coupé par un appareil de connexion distinct, suivies de 50 manoeuvres 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 manoeuvres 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:

$$\frac{\text{Valeur de la résistance de démarrage commutée}}{\text{Valeur totale des résistances de démarrage}}$$

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.

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:

$$\frac{\text{Starting resistance switched}}{\text{Total starting resistance}}$$

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 prescriptions 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

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 manoeuvré par le mode de commande convenable.

9.3.3.6 Aptitude au fonctionnement en service

Le paragraphe 8.3.3.6 de la partie 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 prescriptions du tableau 8.

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 prescriptions 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 manoeuvres indiqué au tableau 8. 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 manoeuvres indiqué au tableau 8.

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 manoeuvres indiqué au tableau 8.

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 manoeuvres de fermeture seule.

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 part 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 8.

Connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the contactor or starter is in service.

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 8. 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 8.

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 8.

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 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 manoeuvres indiqué au tableau 8.

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 manoeuvres 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 8.

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

Il convient de satisfaire aux prescriptions de 9.3.3.5.5 point f) et les propriétés diélectriques du contacteur ou du démarreur doivent être vérifiées par un essai diélectrique avec une tension d'essai essentiellement sinusoïdale égale au double de la tension assignée d'emploi avec un minimum de 1 000 V. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min comme spécifié en 9.3.3.4.2, point a) 1).

9.3.4 Fonctionnement en condition de court-circuit

Ce paragraphe spécifie les conditions d'essai pour vérifier la conformité aux prescriptions de 8.2.5.1. Les prescriptions 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 Prescriptions générales pour les essais de court-circuit

Les prescriptions générales de 8.3.4.1.1 de la partie 1 sont applicables.

9.3.4.1.2 Circuit d'essai pour la vérification des caractéristiques assignées en court-circuit

Le paragraphe 8.3.4.1.2 de la partie 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 constructeur, 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 paragraphe 8.3.4.1.3 de la partie 1 est applicable.

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 8.

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 8.

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), should be fulfilled and the dielectric properties of the contactor or starter shall be verified by a dielectric test on the contactor or starter using an essentially sinusoidal test voltage of twice the rated operational voltage with a minimum of 1 000 V. The test voltage shall be applied for 1 min as specified in 9.3.3.4.2, item a) 1).

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

The general requirements of 8.3.4.1.1 of part 1 apply.

9.3.4.1.2 Test circuit for the verification of short-circuit ratings

Subclause 8.3.4.1.2 of part 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 part 1 applies.

9.3.4.1.4 Constante de temps du circuit d'essai

Le paragraphe 8.3.4.1.4 de la partie 1 est applicable.

9.3.4.1.5 Etalonnage du circuit d'essai

Le paragraphe 8.3.4.1.5 de la partie 1 est applicable.

9.3.4.1.6 Procédure d'essai

Le paragraphe 8.3.4.1.6 de la partie 1 est applicable avec les compléments suivants.

Le contacteur ou le démarreur et son DPCC associé, ou le combiné de démarrage ou le démarreur protégé, doivent être montés et raccordés comme en service normal. 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 Disponible.

9.3.4.1.8 Interprétation des enregistrements

Le paragraphe 8.3.4.1.8 de la partie 1 est applicable.

9.3.4.2 Courant de court-circuit conditionnel des contacteurs, des démarreurs, des combinés de démarrage et des démarreurs protégés

Le contacteur ou le démarreur et le DPCC associé, ou le combiné de démarrage ou le démarreur protégé, doivent être soumis aux essais de 9.3.4.2.1 et 9.3.4.2.2. Les essais doivent être effectués de manière à obtenir les 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 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 manoeuvres 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).

9.3.4.1.4 Time-constant of the test circuit

Subclause 8.3.4.1.4 of part 1 applies.

9.3.4.1.5 Calibration of the test circuit

Subclause 8.3.4.1.5 of part 1 applies.

9.3.4.1.6 Test procedure

Subclause 8.3.4.1.6 of part 1 applies with the following additions.

The contactor or the starter and its associated SCPD, or the combination or protected starter, 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 Vacant.

9.3.4.1.8 Interpretation of records

Subclause 8.3.4.1.8 of part 1 applies.

9.3.4.2 Conditional short-circuit current of contactors, starters, combination starters and protected starters

The contactor or starter and the associated SCPD, or the combination or the protected starter, 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).

Avec l'accord du constructeur, 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 12.

Le contacteur ou le démarreur et le DPCC associé, ou le combiné de démarrage ou le démarreur protégé, doivent ensuite être reliés au circuit. La séquence de manoeuvres suivante doit être effectuée:

- Une manoeuvre de coupure du DPCC doit être effectuée, tous les appareils étant fermés avant l'essai.
- Une manoeuvre de coupure du DPCC doit être effectuée par la fermeture du contacteur ou du démarreur sur le court-circuit.

Tableau 12 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi

Courant assigné d'emploi I_e (AC-3)* 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 constructeur et l'utilisateur

* 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 le constructeur.

Le facteur de puissance ou la constante de temps doivent être conformes au tableau 16 de 8.3.4.1.4 de la partie 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 ou le démarreur protégé, doivent ensuite être raccordés au circuit.

La séquence de manoeuvres suivante doit être effectuée:

- Une manoeuvre de coupure du DPCC doit être effectuée, tous les appareils étant fermés avant l'essai.

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 12.

The contactor or starter and the associated SCPD, or the combination or the protected starter, shall then be connected in the circuit. The following sequence of operations shall be performed:

- One breaking operation of the SCPD shall be performed with all the switching devices closed prior to the test.
- One breaking operation of the SCPD shall be performed by closing the contactor or starter on to the short-circuit.

Table 12 – Value of the prospective test current according to the rated operational current

Rated operational current I_e (AC-3)* 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
* 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.	

The power factor or the time-constant shall be according to table 16 of 8.3.4.1.4 of part 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 or the protected starter, shall then be connected to the circuit.

The following sequence of operations shall be performed:

- One breaking operation of the SCPD shall be performed with all the switching devices closed prior to the test.

- b) Une manoeuvre de coupure du DPCC doit être effectuée par la fermeture du contacteur ou du démarreur sur le court-circuit.

Si, dans le cas d'un combiné de démarrage ou d'un démarreur protégé, l'appareil de connexion du DPCC est conforme à la CEI 60947-2 ou à la CEI 60947-3 et a 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.

- c) Une manoeuvre de coupure du DPCC doit être effectuée par la fermeture de l'appareil de connexion (interrupteur ou disjoncteur) sur le court-circuit. Cette manoeuvre peut être effectuée sur un échantillon neuf (démarreur ou DPCC) ou sur le premier échantillon avec l'accord du constructeur.

Après cette manoeuvre, 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 ou le démarreur protégé, doivent être considérés comme ayant satisfait aux essais au courant présumé « I_q » 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 appareils):

- A Le courant de défaut a été interrompu de façon satisfaisante par le DPCC ou le combiné de démarrage 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 et démarreurs 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 détachée de son assemblage vers une masse.
- G Si le disjoncteur a un pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit inférieur au courant assigné de court-circuit conditionnel du combiné de démarrage ou du démarreur protégé, le disjoncteur doit être essayé pour déclencher comme suit:
 - a) Dans le cas de disjoncteurs à relais ou de déclencheurs instantanés, à 120 % du courant de déclenchement.
 - b) Dans le cas de disjoncteurs à relais ou de déclencheurs de surcharge, à 250 % du courant assigné du disjoncteur.

Coordination de type «1» (tous 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 manoeuvre. 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.

- b) One breaking operation of the SCPD shall be performed by closing the contactor or starter on to the short-circuit.

If, in the case of a combination starter or a protected starter, the switching device of the SCPD complies with IEC 60947-2 or IEC 60947-3 and has 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.

- c) One breaking operation of the SCPD shall be performed by closing the switching device (switch or circuit-breaker) on to the short-circuit. 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 or protected starter, shall be considered to have passed the tests at the prospective current " I " 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 or the combination starter 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 and protected starters only):

- E The circuit-breaker or the switch is capable of being opened manually by its operating means.
- 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 or protected starter is employed, the circuit-breaker shall be tested to trip as follows:
 - a) Circuit-breakers with instantaneous trip relays or releases: at 120 % of the trip current.
 - b) 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.

Coordination de type «1» (combinés de démarrage et démarreurs protégés seulement):

- I On vérifie, après chaque manoeuvre (aux courants « r » et I_q), que l'isolation est suffisante, par un essai diélectrique sur l'appareil en essai complet (DPCC plus contacteur/démarreur, mais avant le remplacement des pièces) à une tension d'essai pratiquement sinusoïdale 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 pendant 1 min 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.

Coordination de type «2» (tous 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 manoeuvres dans les conditions du tableau 8 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 est suffisante par un essai diélectrique sur le contacteur, le démarreur, le combiné de démarrage ou le démarreur protégé, à une tension d'essai pratiquement sinusoïdale 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 pendant 1 min, comme spécifié en 9.3.3.4.2, point a) 1).

Dans le cas des combinés de démarrage et des démarreurs protégés, des essais supplémentaires correspondant au point a) 2) de 9.3.3.4.2 doivent être effectués:

- (i) avec les contacts de l'interrupteur ou du disjoncteur ouverts et ceux du démarreur fermés;
- (ii) avec les contacts de l'interrupteur ou du disjoncteur fermés et ceux du démarreur ouverts.

9.3.5 Aptitude des contacteurs à supporter les courants de surcharge

Pour cet essai, le contacteur doit être monté, raccordé et manoeuvré 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.

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.

Type "1" co-ordination (combination and protected starters only):

- I The adequacy of insulation is verified after each operation (at currents " I'' " and I_q) by a dielectric test on the complete unit under test (SCPD plus contactor/starter but before replacement of parts) using an essentially sinusoidal test voltage of twice the rated operational voltage U_e but not less than 1 000 V. The test voltage shall be applied for 1 min 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 the terminals of the other side connected together.

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 8 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 shall be verified by a dielectric test on the contactor, starter, combination or protected starter using an essentially sinusoidal test voltage of twice the rated operational voltage U_e but not less than 1 000 V. The test voltage shall be applied for 1 min, as specified in 9.3.3.4.2, item a) 1).

In the case of combination and protected starters, additional tests according to item a) 2) of 9.3.3.4.2 shall be made:

- (i) with the contacts of the switch or of the circuit-breaker open and the contacts of the starter closed;
- (ii) with the contacts of the switch or of the circuit-breaker closed and the contacts of the starter open.

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 Pt value (Joule integral) calculated from this test cannot be used to estimate the performance of the contactor under short-circuit conditions.

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.

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 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 de surcharge. Pour les relais de surcharge thermiques ou magnétiques 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 la durée 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.

NOTE Dans le cas d'un relais de surcharge magnétique temporisé comprenant un dispositif de retard à dashpot à fluide, l'étalonnage peut être effectué avec le dashpot vide, à un pourcentage du courant de réglage indiqué par le constructeur et susceptible d'être justifié par un essai spécial.

9.3.6.3 Essais diélectriques

Les essais doivent être effectués sur des contacteurs ou des démarreurs secs et propres. La valeur de la tension d'essai doit être conforme à 9.3.3.4.3.

La durée de chaque essai peut être réduite à 1 s.

La tension d'essai doit être appliquée dans les conditions suivantes:

- entre les pôles, les contacts principaux étant fermés (les contacts principaux étant ouverts s'il existe un circuit en dérivation entre les pôles);
- entre les pôles et le bâti du contacteur ou du démarreur, les contacts principaux étant fermés. Lorsque le contacteur ou le démarreur est entièrement sous une enveloppe en matériau isolant, l'appareil doit être monté sur une embase métallique comme en service normal et la tension d'essai doit être appliquée entre les pôles et l'embase métallique;
- entre les bornes de chaque pôle, les contacts principaux étant ouverts;
- aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires, comme indiqué en 9.3.3.4.2, point b);
- 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 mentionné en 9.3.3.4.1 n'est pas nécessaire.

L'essai est considéré comme satisfaisant si les conditions de 9.3.3.4.4 sont remplies.

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.

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 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 overload relays. In the case of a thermal or a time-delay magnetic 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.

NOTE 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.

9.3.6.3 Dielectric tests

The tests shall be carried out on dry and clean contactors and starters. The value of the test voltage shall be in accordance with 9.3.3.4.3.

The duration of each test may be reduced to 1 s.

The test voltage shall be applied as follows:

- a) between poles, with the main contacts closed (with the main contacts open if there is a shunt circuit between poles);
- b) between poles and the frame of contactors or starters, with the main contacts closed. Where the contactor or starter is totally enclosed by insulating material, the device shall be mounted on a metal base as in normal service, and the test voltage shall be applied between the poles and the metal base;
- c) across the terminals of each pole, with the main contacts open;
- d) to the control and auxiliary circuits, as mentioned in 9.3.3.4.2, item b);
- e) 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 a metal foil as specified in 9.3.3.4.1 is unnecessary.

The test is considered to have been passed if the conditions given in 9.3.3.4.4 have been satisfied.

9.4 Essais CEM

9.4.1 Généralités

Les paragraphes 8.3.2.1, 8.3.2.3 et 8.3.2.4 de la partie 1 sont applicables avec les compléments suivants.

Avec l'accord du constructeur, 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 prescriptions 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 manoeuvré avec l'alimentation de commande assignée.

9.4.2 Immunité

Les essais du tableau 13 sont requis. Les prescriptions spéciales sont spécifiées de 9.4.2.1 à 9.4.2.6.

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 constructeur.

Tableau 13 – Essais CEM d'immunité

Type d'essai	Niveau de sévérité requis
Ondes de choc 1,2/50 μ s – 8/20 μ s CEI 61000-4-5	2 kV phase terre 1 kV entre phases
Transitoires rapides en salves CEI 61000-4-4	2 kV
Champ électromagnétique CEI 61000-4-3	10 V/m
Décharges électrostatiques CEI 61000-4-2	4 kV/décharge au contact 8 kV/décharge dans l'air

9.4.2.1 Fonctionnement de l'échantillon en essai pendant et après l'essai

Sauf spécification contraire, le critère de fonctionnement 2 est applicable, voir 8.3.2.2.

Aucune perte de fonctionnement ne doit être permise pendant et après les essais. Après l'essai, les limites de fonctionnement de 9.3.3.2 doivent être vérifiées.

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. Les essais ne sont pas possibles si l'appareil est un châssis ouvert ou a un degré de protection IP00. Dans ce cas, le constructeur doit fixer une étiquette à l'appareil signalant la possibilité de dommages dus à des décharges électrostatiques.

9.4 EMC Tests

9.4.1 General

Subclauses 8.3.2.1, 8.3.2.3 and 8.3.2.4 of part 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.

9.4.2 Immunity

The tests of table 13 are required. Special requirements are specified in 9.4.2.1 to 9.4.2.6.

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 13 – EMC immunity tests

Type of test	Severity level required
1,2/50 μ s – 8/20 μ s surges IEC 61000-4-5	2 kV line to earth 1 kV line to line
Fast transient bursts IEC 61000-4-4	2 kV
Electromagnetic field IEC 61000-4-3	10 V/m
Electrostatic discharges IEC 61000-4-2	4 kV/contact discharge 8 kV/air discharge

9.4.2.1 Performance of the test sample during and after the test

Unless otherwise specified, performance criterion 2 applies, see 8.3.2.2.

No loss of performance shall be permitted during or after the tests. After the test, the operating limits of 9.3.3.2 shall be verified.

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. Tests are not possible if the device is an open frame or of degree of protection IP00. In this case, the manufacturer shall attach a label to the unit advising of the possibility of damage due to static discharges.

Dix impulsions positives et dix impulsions négatives doivent être appliquées à chacun des points choisis, l'intervalle de temps entre les 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 1.

Les essais ne sont pas requis lorsque le matériel doit être complètement enfermé dans une enveloppe métallique spéciale pour la CEM, installée comme indiqué par le constructeur.

9.4.2.4 Transitoires rapides en salves

Les essais doivent être effectués en utilisant les méthodes de la CEI 61000-4-4.

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 μ s – 8/20 μ s)

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.

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.

9.4.3 Emission

Pour le matériel conçu pour l'environnement 2, 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 1 peut provoquer des radio-interférences pouvant obliger l'utilisateur à employer des méthodes 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 donnés dans le CISPR 11.

Pour être satisfaisant, le matériel ne doit pas dépasser les niveaux donnés au tableau 14.

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.

The device shall comply with performance criterion 1.

Tests are not required if the equipment is to be fully enclosed in an EMC specific purpose metallic enclosure installed as specified by the manufacturer.

9.4.2.4 Fast transient bursts

The tests shall be conducted using the methods of IEC 61000-4-4.

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 μ s – 8/20 μ s)

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 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.

9.4.3 Emission

For equipment designed for environment 2, a suitable warning shall be given to the user (for example in the instruction manual) stipulating that the use of this equipment in environment 1 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 14.

Tableau 14 – Limites d'essai d'émission conduite à fréquence radio

Bande de fréquences MHz	Environnement 2	Environnement 1
0,15 – 0,5	79 dB(μV) quasi-crête 66 dB(μV) moyenne	66 dB(μV) – 56 dB(μV) quasi-crête 56 dB(μV) – 46 dB(μV) moyenne (décroît avec le log de la fréquence)
0,5 – 5,0	73 dB(μV) quasi-crête 60 dB(μV) moyenne	56 dB(μV) quasi-crête 46 dB(μV) moyenne
5 – 30	73 dB(μV) quasi-crête 60 dB(μV) moyenne	60 dB(μV) quasi-crête 50 dB(μV) 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 donnés dans le 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 15.

Les essais ne sont pas requis lorsque le matériel doit être complètement enfermé dans une enveloppe métallique spéciale pour la CEM, installée comme indiqué par le constructeur.

Tableau 15 – Limites d'essai d'émission rayonnée

Bande de fréquences MHz	Environnement 2*	Environnement 1
30 – 230	30 dB(μV/m) quasi-crête à 30 m	30 dB(μV/m) quasi-crête à 10 m
230 – 1 000	37 dB(μV/m) quasi-crête à 30 m	37 dB(μV/m) quasi-crête à 10 m
* Les essais peuvent être effectués à une distance de 10 m, les limites étant augmentées de 10 dB.		

Table 14 – Conducted radio-frequency emission test limits

Frequency band MHz	Environment 2	Environment 1
0,15 – 0,5	79 dB(μV) quasi-peak 66 dB(μV) average	66 dB(μV) – 56 dB(μV) quasi-peak 56 dB(μV) – 46 dB(μV) average (decrease with log of frequency)
0,5 – 5,0	73 dB(μV) quasi-peak 60 dB(μV) average	56 dB(μV) quasi-peak 46 dB(μV) average
5 – 30	73 dB(μV) quasi-peak 60 dB(μV) average	60 dB(μV) quasi-peak 50 dB(μV) 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 15.

Tests are not required if the equipment is to be fully enclosed in an EMC specific purpose metallic enclosure installed as specified by the manufacturer.

Table 15 – Radiated emission test limits

Frequency band MHz	Environment 2*	Environment 1
30 – 230	30 dB(μV/m) quasi-peak at 30 m	30 dB(μV/m) quasi-peak at 10 m
230 – 1 000	37 dB(μV/m) quasi-peak at 30 m	37 dB(μV/m) quasi-peak at 10 m
* These tests may be carried at 10 m distance with the limits raised by 10 dB.		

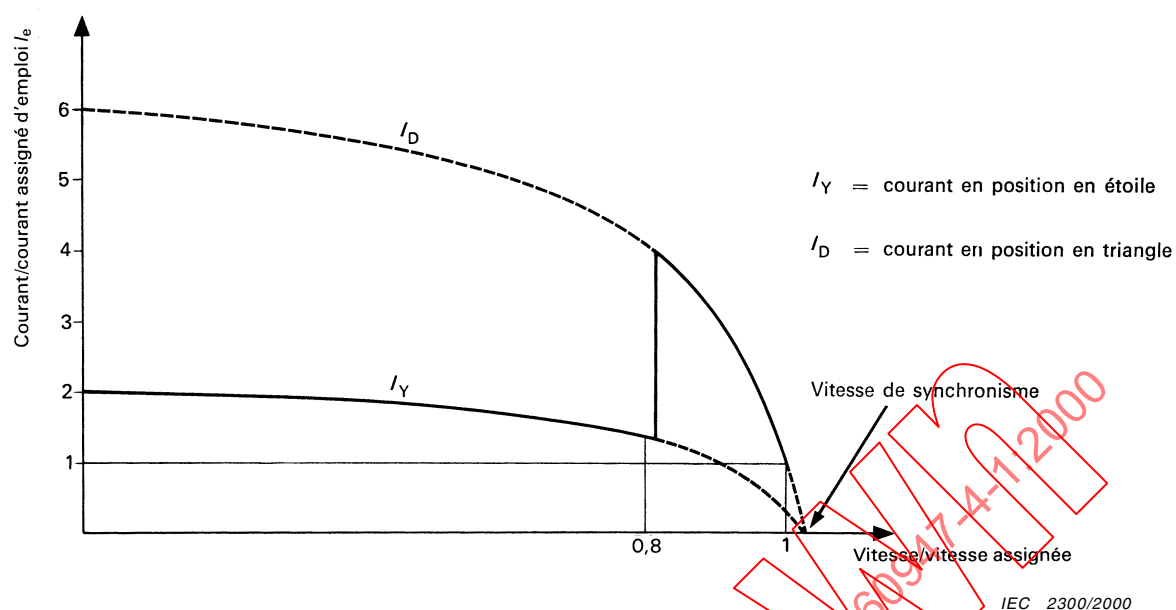
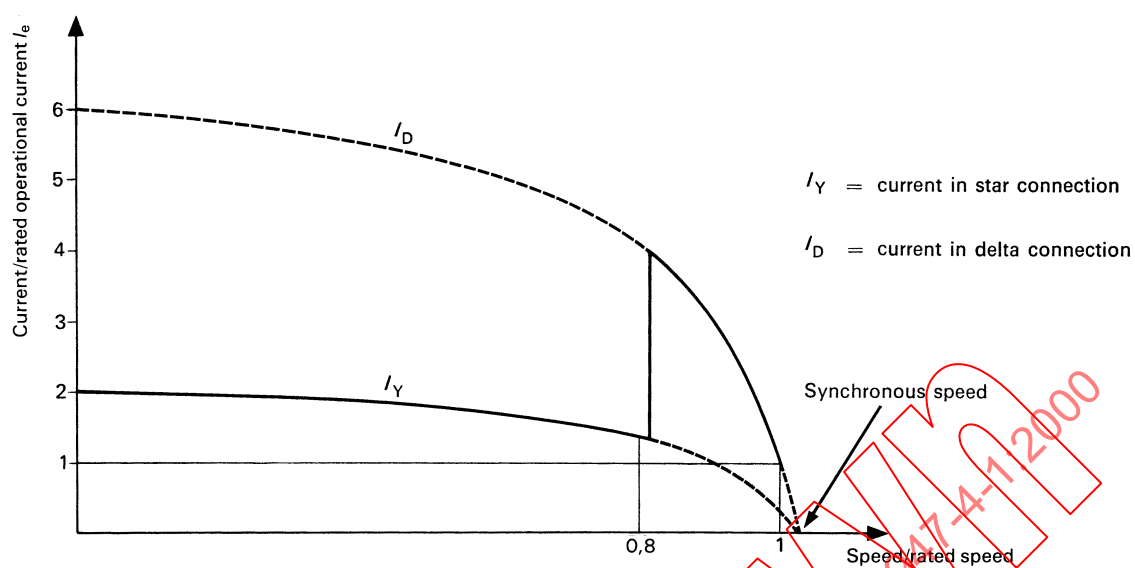
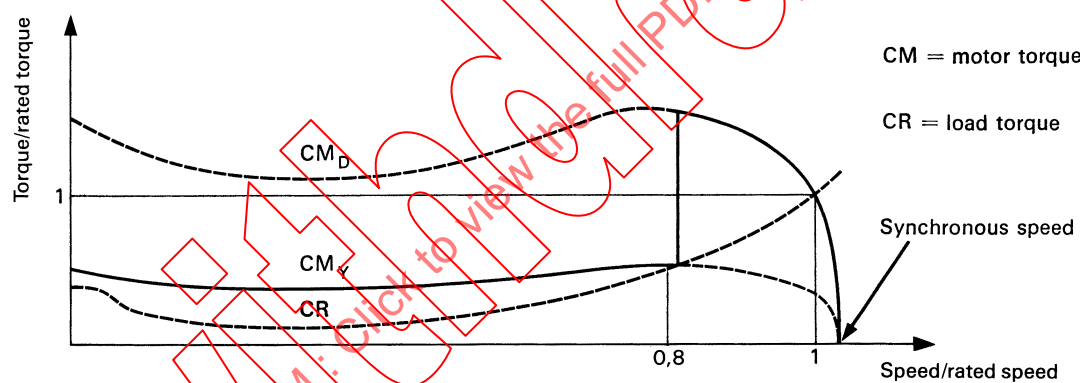


Figure 1 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage étoile-triangle (voir 1.2.2.1)

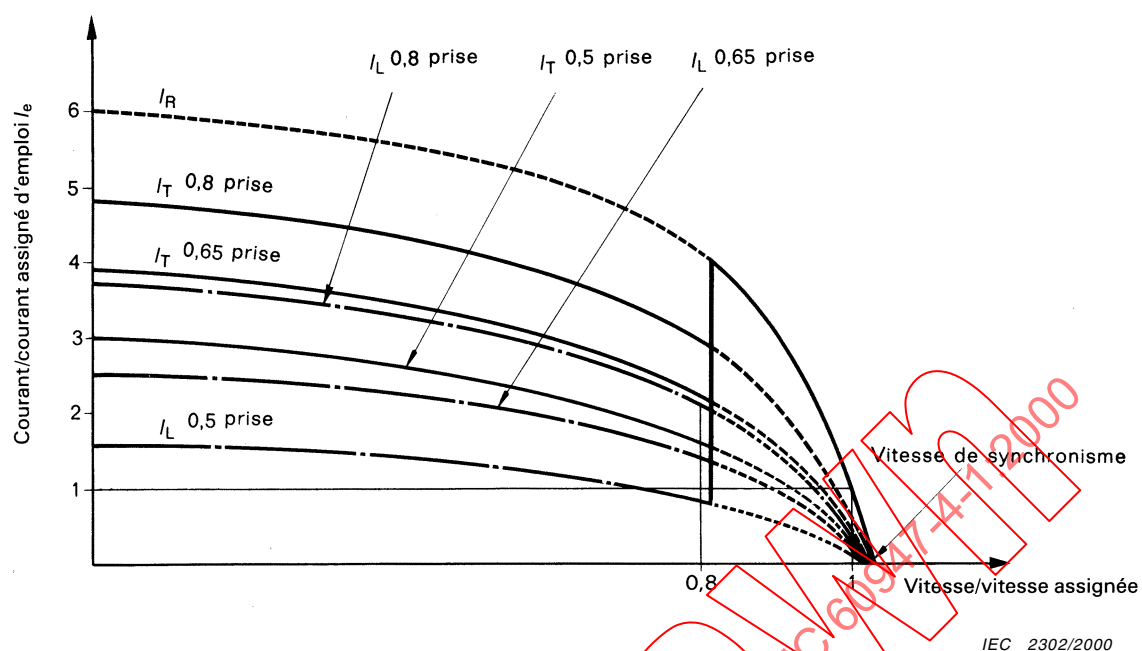


IEC 2300/2000



IEC 2301/2000

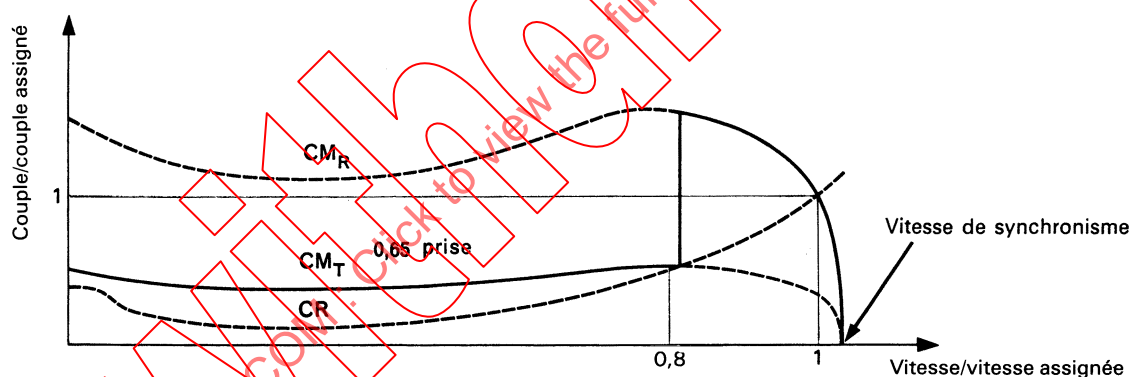
Figure 1 – Typical curves of currents and torques during a star-delta start (see 1.2.2.1)



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

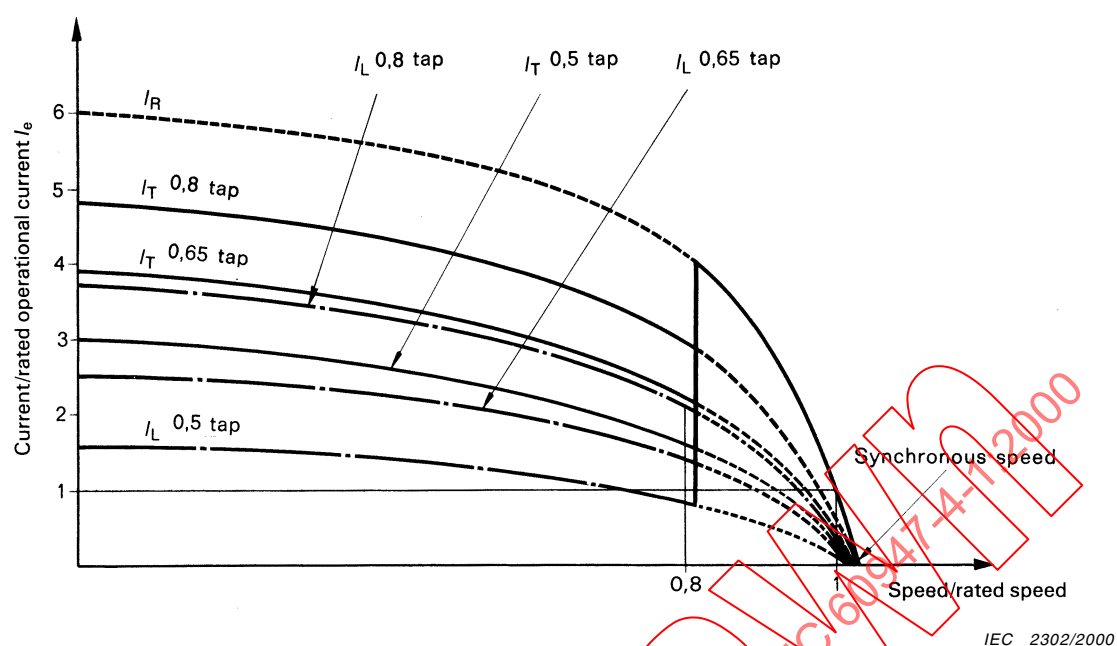


CR = couple résistant

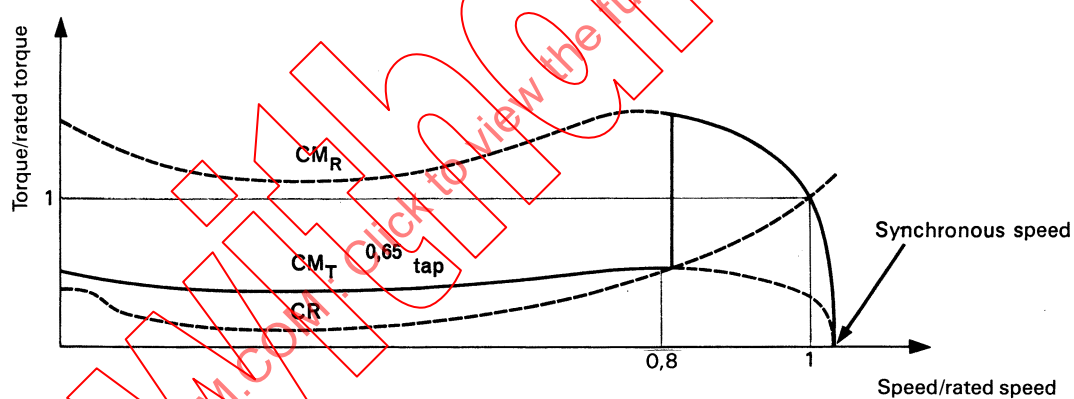
CM = couple moteur

$\left\{ \begin{array}{l} CM_R = \text{sous tension nominale} \\ CM_T = \text{sous tension réduite} \end{array} \right.$

Figure 2 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage par autotransformateur (voir 1.2.2.2)



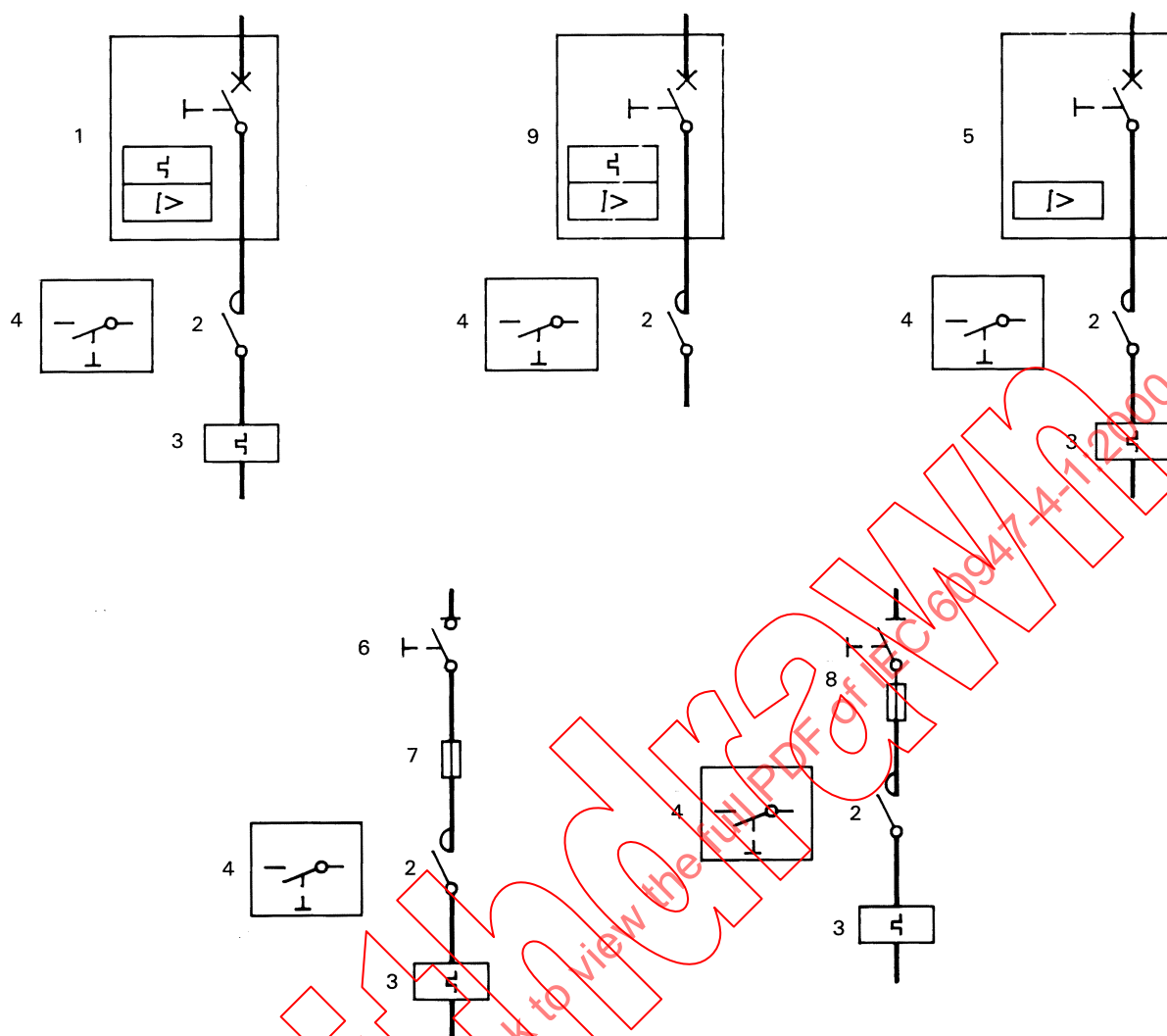
I_R = motor current at rated voltage
 I_T = motor current at reduced voltage
 I_L = line current at reduced voltage



CR = load torque
 CM = motor torque

$\left\{ \begin{array}{l} CM_R = \text{at rated voltage} \\ CM_T = \text{at reduced voltage} \end{array} \right.$

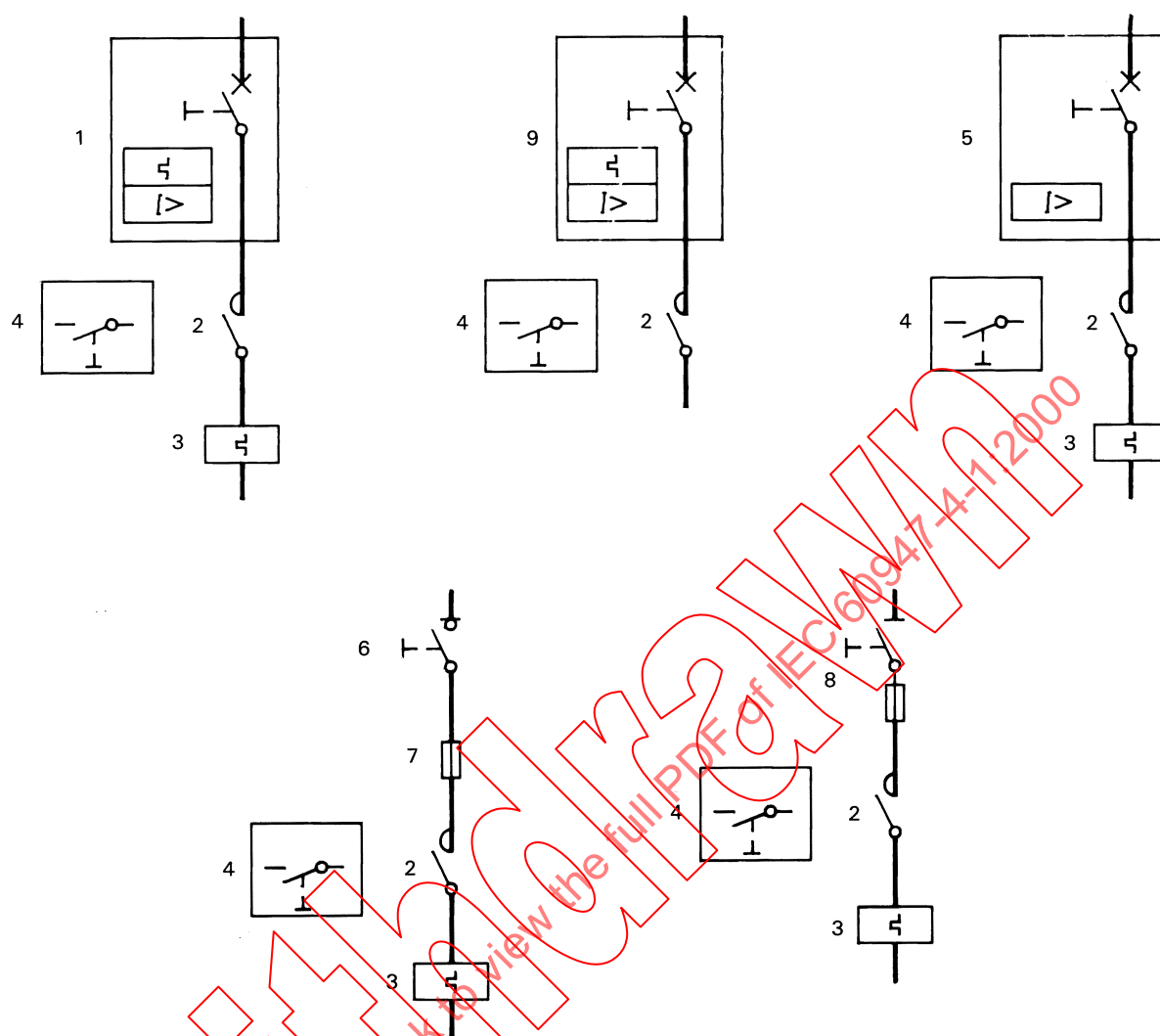
Figure 2 – Typical curves of currents and torques during an auto-transformer start (see 1.2.2.2)



IEC 2304/2000

- 1 Disjoncteur
- 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 conforme à la présente norme

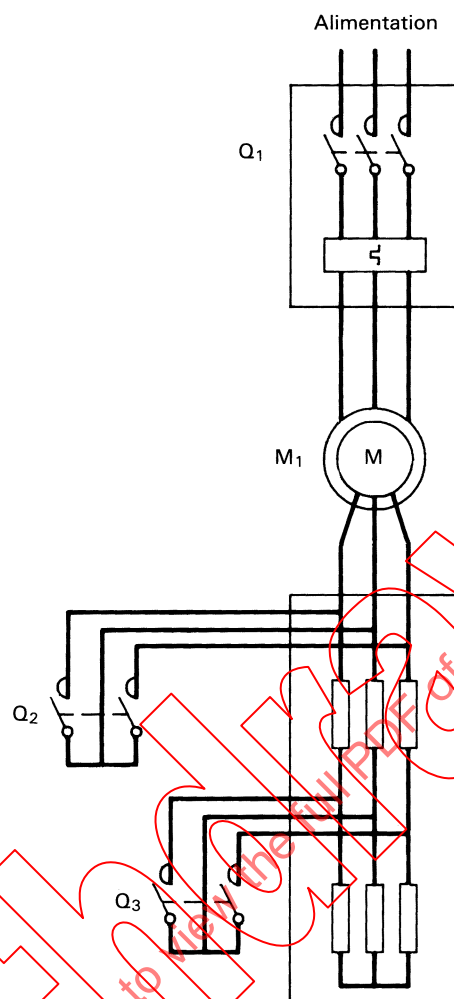
Figure 3 – Types caractéristiques de combinés de démarrage (voir 3.2.7) et de démarreurs protégés (voir 3.2.8)



IEC 2304/2000

- 1 Circuit-breaker
- 2 Contactor
- 3 Overload relay
- 4 Control switch
- 5 Circuit-breaker magnetic trip only
- 6 Switch-disconnector
- 7 Fuse
- 8 Disconnecting fuse
- 9 Circuit-breaker with overload release complying with this standard

Figure 3 – Typical variants of combination starters (see 3.2.7) and protected starters (see 3.2.8)



IEC 2305/2000

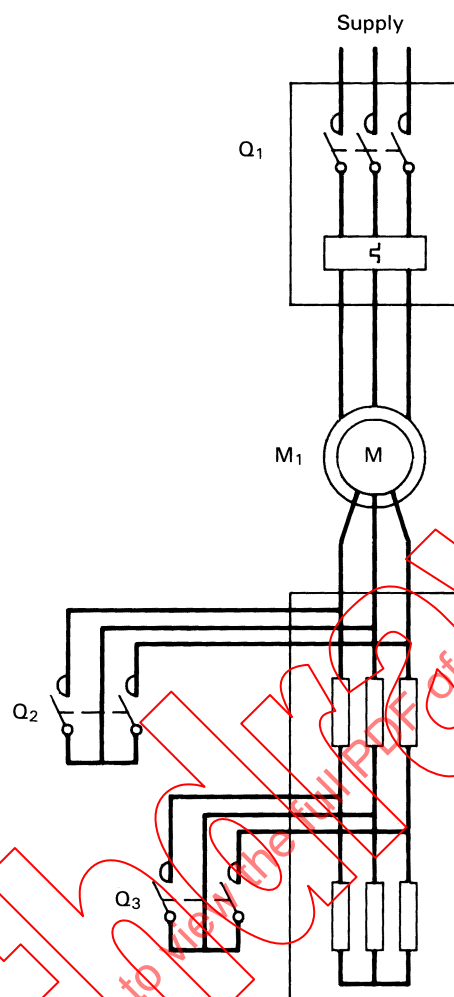
Position des appareils mécaniques de connexion

Appareil mécanique de connexion	Démarrage				MARCHÉ
	Arrêt	1re étape	2e étape	3e étape	
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

Figure 4 – Exemple de schéma en triphasé d'un démarreur rotorique à résistances à trois étapes de démarrage (voir 3.2.16) et à un seul sens de marche (dans le cas où tous les appareils mécaniques de connexion sont des contacteurs)



IEC 2305/2000

Position of the mechanical switching devices

Position of the starter Mechanical switching device	Starting				NO
	Stop	1st step	2nd step	3rd step	
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

Figure 4 – Example of three-phase diagram of a rheostatic rotor starter with three starting steps (see 3.2.16) and one direction of rotation (in the case when all the mechanical switching devices are contactors)

SÉRIE
PASSAGE SANS
COUPURE DU MOTEUR

PARALLÈLE
PASSAGE AVEC OU SANS
COUPURE DU MOTEUR

PARALLÈLE
PASSAGE AVEC
COUPURE DU MOTEUR

Transformateur à trois noyaux

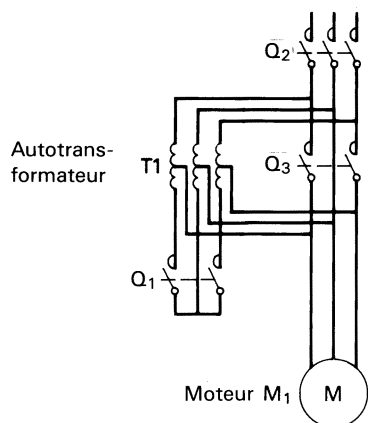


Schéma A₁

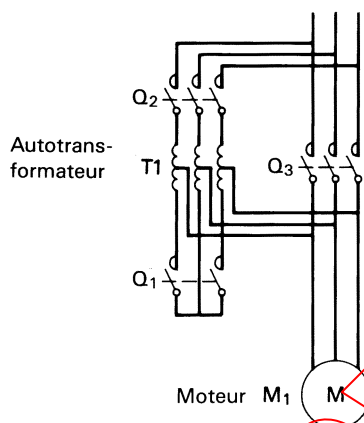


Schéma B₁

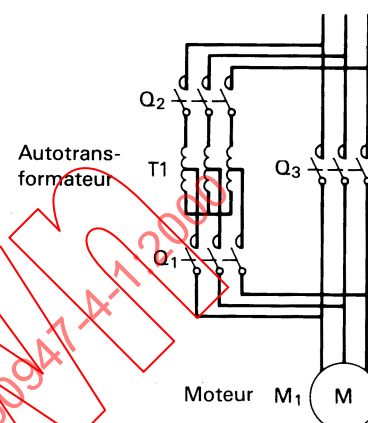


Schéma C₁

Transformateur à deux noyaux

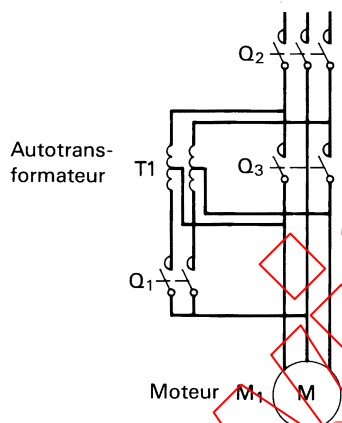


Schéma A₂

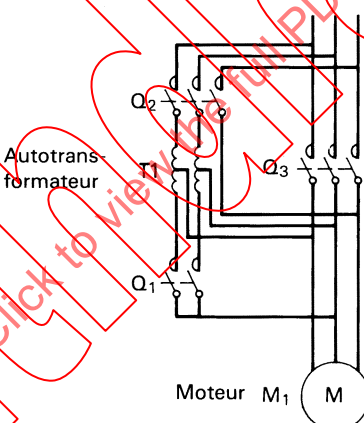


Schéma B₂

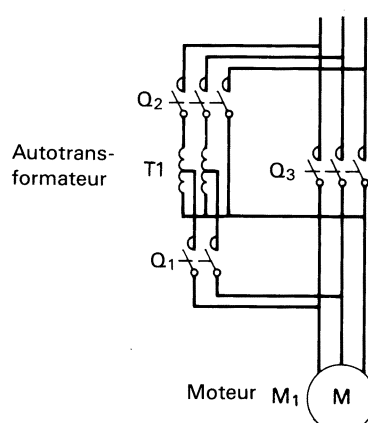


Schéma C₂

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
		Coupure du moteur			
		avec	sans		
			1	2	
Q ₁	C	O	O	O	O
Q ₂	C	O	C	C	O
Q ₃	O	O	O	C	C

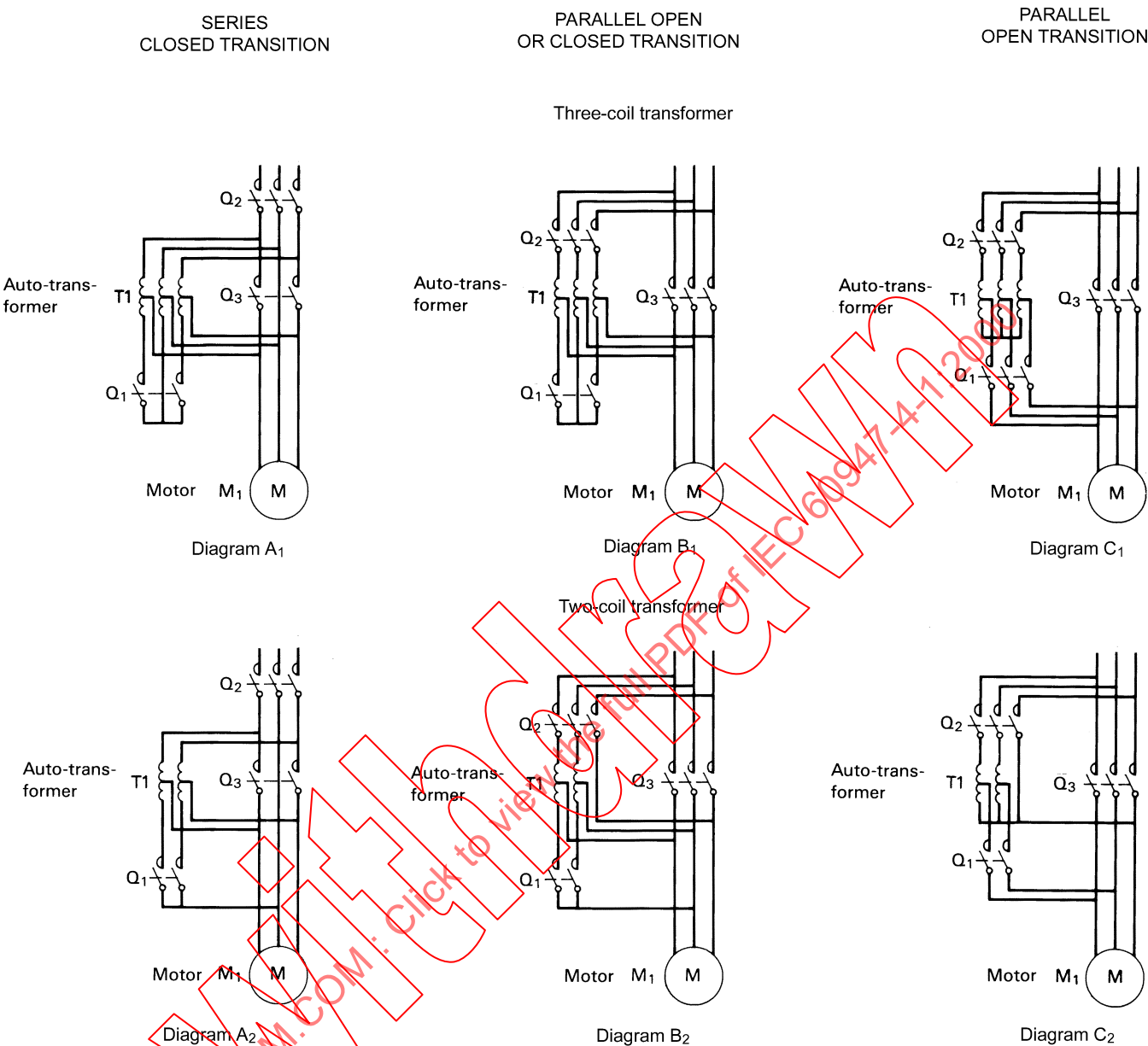
Pour le passage avec coupure du moteur,
Q₁ et Q₂ peuvent être des contacts d'un
même appareil mécanique de connexion

Ordre de fonctionnement des contacts			
Contacts	Démarrage	Passage	Marche
Q ₁	C	O	O
Q ₂	C	O	O
Q ₃	C	O	C

Q₁ et Q₂ 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'auto-transformateurs, de moteurs à induction à courant alternatif



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	Closed		
			1	2	
Q ₁	C	O	O	O	O
Q ₂	C	O	C	C	O
Q ₃	O	O	O	C	C

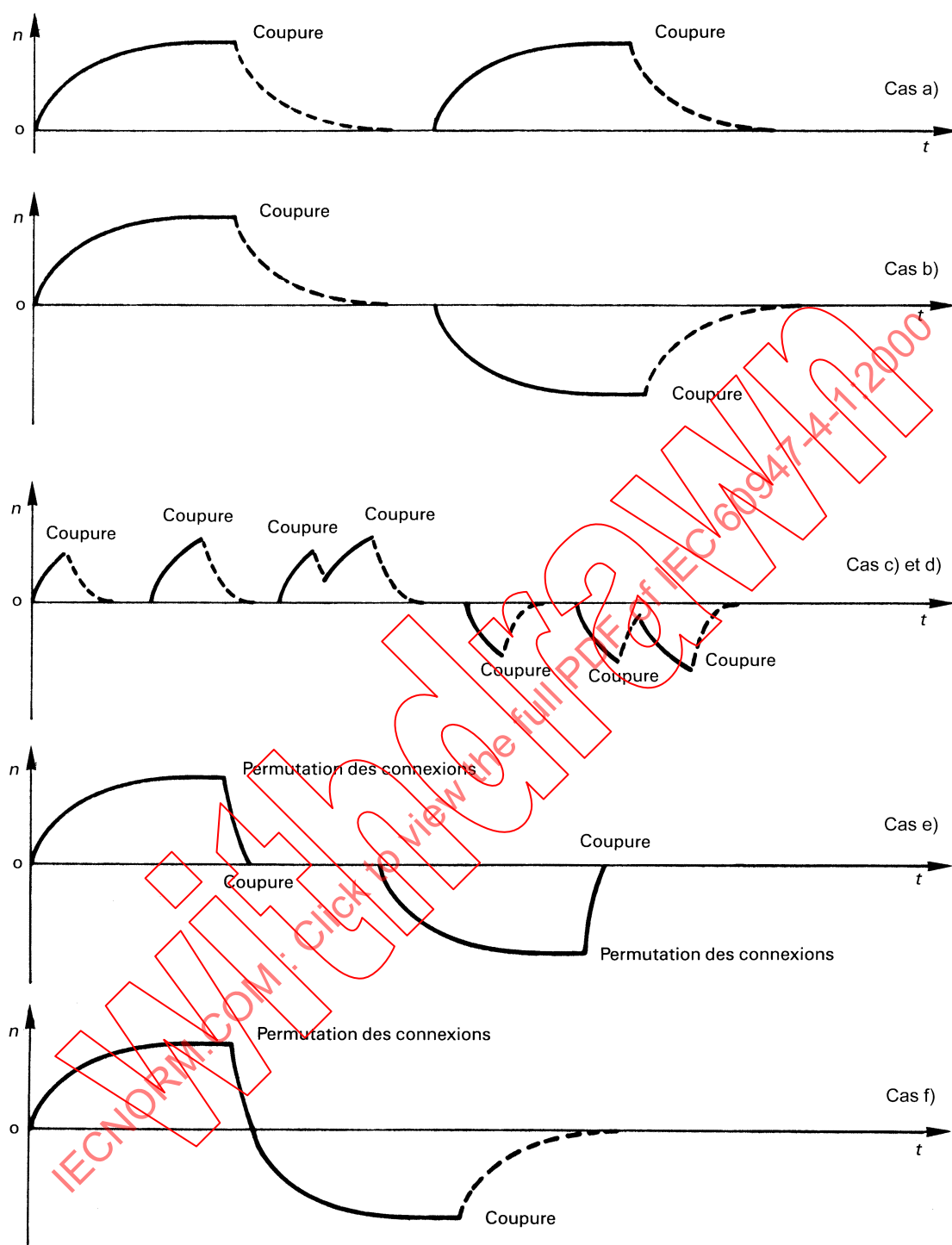
For open transition, Q₁ and Q₂ may be contacts of the same mechanical switching device

Contact sequence			
Contacts	Start	Transition	On
Q ₁	C	O	O
Q ₂	C	O	O
Q ₃	C	O	C

Q₁ and Q₂ may be contacts of the same mechanical switching device.

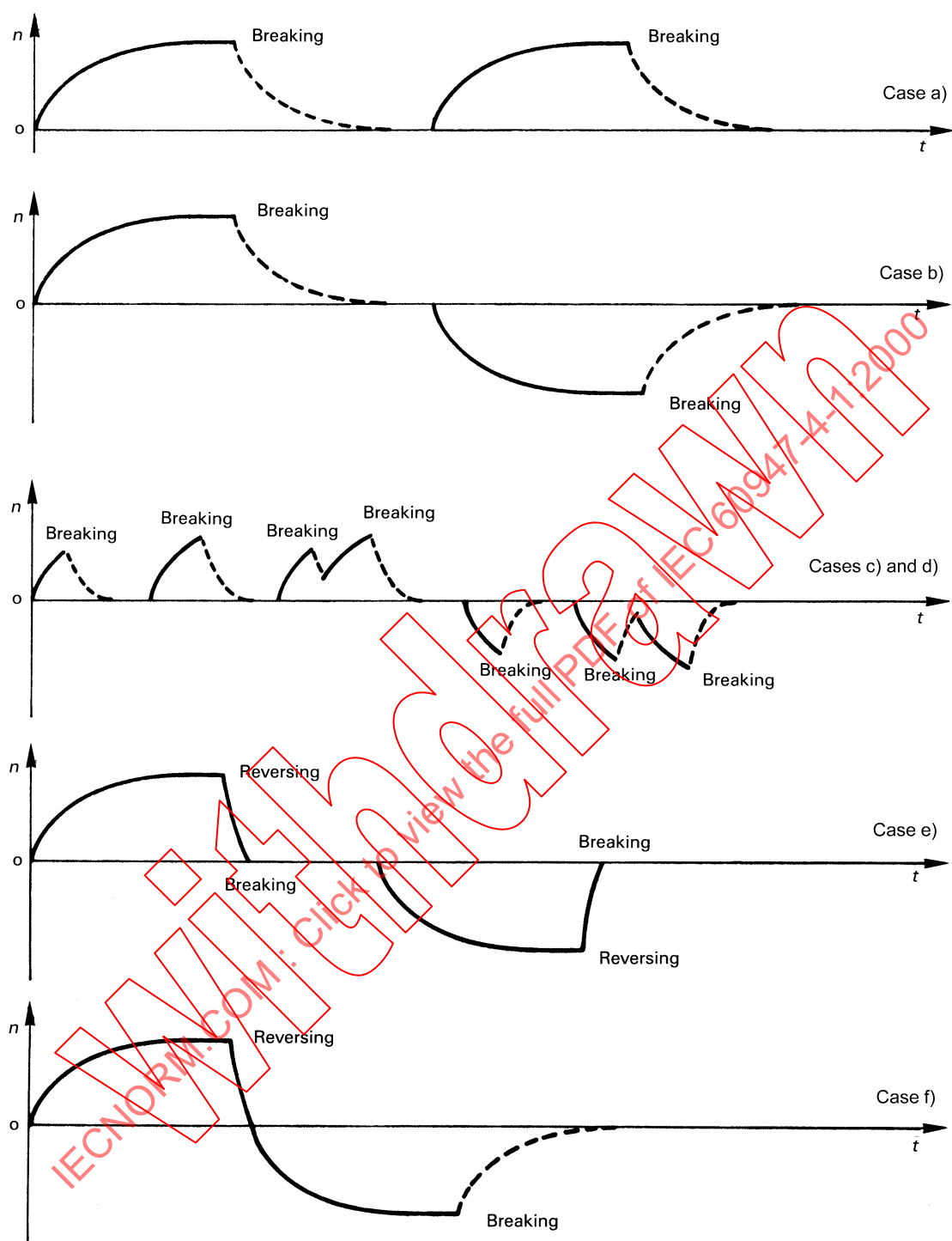
NOTE The graphical symbols utilized above correspond to the case where all the mechanical switching devices are contactors.

Figure 5 – Typical methods and diagrams of starting alternating-current induction motors by means of auto-transformers



IEC 2307/2000

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)



IEC 2307/2000

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)