

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

High-voltage alternating current contactors and contactor-based motor-starters

Contacteurs pour courant alternatif haute tension et démarreurs de moteurs à contacteurs



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 1999 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

High-voltage alternating current contactors and contactor-based motor-starters

Contacteurs pour courant alternatif haute tension et démarreurs de moteurs à contacteurs

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XC

ICS 29.130.10

ISBN 2-8318-5285-4

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
Articles	
1 Généralités	12
1.1 Domaine d'application et objet.....	12
1.2 Références normatives	16
2 Conditions normales et conditions spéciales de service	18
2.1 Conditions normales de service.....	18
2.2 Conditions spéciales de service.....	18
3 Définitions.....	18
3.1 Termes généraux.....	18
3.2 Ensembles d'appareillage.....	20
3.3 Parties d'ensembles	20
3.4 Appareils de connexion	20
3.5 Eléments des appareillages.....	24
3.6 Fonctionnement	26
3.7 Grandeurs caractéristiques	30
4 Caractéristiques assignées.....	38
4.1 Tension assignée (U_r)	42
4.2 Niveau d'isolement assigné.....	42
4.3 Fréquence assignée (f_n)	44
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	44
4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k).....	46
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)	46
4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)	46
4.8 Tension d'alimentation assignée des dispositifs de fermeture et d'ouverture, et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	46
4.9 Fréquence d'alimentation assignée des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	46
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour l'isolement et/ou la manœuvre	48
5 Conception et construction	64
5.1 Prescriptions pour les liquides	64
5.2 Prescriptions pour les gaz	64
5.3 Mise à la terre.....	64
5.4 Equipements auxiliaires et de commande	66
5.5 Manœuvre à source d'énergie extérieure.....	66
5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie	66
5.7 Manœuvre manuelle indépendante	66
5.8 Fonctionnement des déclencheurs	66
5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance basse et haute pression	66
5.10 Plaques signalétiques	66
5.11 Verrouillages.....	68
5.12 Indicateur de position	68

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
Clause	
1 General.....	13
1.1 Scope and object	13
1.2 Normative references	17
2 Normal and special service conditions	19
2.1 Normal service conditions	19
2.2 Special service conditions	19
3 Definitions.....	19
3.1 General terms	19
3.2 Assemblies of switchgear and controlgear	21
3.3 Parts of assemblies.....	21
3.4 Switching devices.....	21
3.5 Parts of switchgear and controlgear.....	25
3.6 Operation.....	27
3.7 Characteristic quantities	31
4 Ratings	39
4.1 Rated voltage (U_r)	43
4.2 Rated insulation level	43
4.3 Rated frequency (f_r)	45
4.4 Rated normal current and temperature rise.....	45
4.5 Rated short-time withstand current (I_k)	47
4.6 Rated peak withstand current (I_p)	47
4.7 Rated duration of short circuit (t_k).....	47
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices, and of auxiliary and control circuits (U_a).....	47
4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices, and of auxiliary circuits....	47
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for insulation and/or operation.....	49
5 Design and construction	65
5.1 Requirements for liquids.....	65
5.2 Requirements for gases	65
5.3 Earthing	65
5.4 Auxiliary and control equipment.....	67
5.5 Dependent power operation.....	67
5.6 Stored energy operation	67
5.7 Independent manual operation	67
5.8 Operation of releases.....	67
5.9 Low- and high-pressure interlocking and monitoring devices.....	67
5.10 Nameplates.....	67
5.11 Interlocking devices	69
5.12 Position indication	69

Articles	Pages
5.13 Degrés de protection procurés par les enveloppes.....	68
5.14 Lignes de fuite	68
5.15 Etanchéité aux gaz et au vide.....	68
5.16 Etanchéité aux liquides	68
5.17 Inflammabilité	68
5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	70
6 Essais de type.....	80
6.1 Généralités	80
6.2 Essais diélectriques	82
6.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique	82
6.4 Mesure de la résistance des circuits.....	84
6.5 Essais d'échauffement	84
6.6 Essais de tenue aux courants de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible	92
6.7 Vérification de la protection	92
6.8 Essais d'étanchéité	92
6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM).....	92
7 Essais individuels de série	118
7.1 Essai diélectrique du circuit principal.....	118
7.2 Essai diélectrique des circuits auxiliaires et de commande	118
7.3 Mesure de la résistance du circuit principal	118
7.4 Essai d'étanchéité	118
7.5 Contrôle visuel et contrôle de la conception.....	118
8 Guide pour le choix des contacteurs et des démarreurs de moteur selon le service.....	122
9 Informations à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes.....	130
10 Règles pour le transport, le stockage, le montage, la manœuvre et la maintenance	132
11 Sécurité	132
Annexe A (normative) Enregistrements et rapports d'essais de type pour la fermeture, la coupure et la tenue au courant de courte durée.....	150
Figure 1 – Exemples de courbes vitesse/temps.....	134
Figure 2 – Séries d'essais A et B – mise à la terre recommandée.....	136
Figure 3 – Séries d'essais A et B – variante de mise à la terre	138
Figure 4 – Série d'essais C – mise à la terre recommandée	140
Figure 5 – Série d'essais C – variante de mise à la terre	142
Figure 6 – Représentation par deux paramètres d'une TTR présumée d'un circuit	142
Figure 7 – Représentation par quatre paramètres d'une TTR présumée d'un circuit.....	144
Figure 8 – Représentation de la TTR spécifiée par un tracé de référence à deux paramètres et d'un segment définissant le retard	144
Figure 9 – Détermination de la tension de rétablissement à fréquence industrielle	146
Figure 10 – Caractéristiques pour la détermination du courant d'intersection	148

Clause	Page
5.13 Degrees of protection by enclosures	69
5.14 Creepage distances	69
5.15 Gas and vacuum tightness	69
5.16 Liquid tightness	69
5.17 Flammability.....	69
5.18 Electromagnetic compatibility (EMC)	71
6 Type tests	81
6.1 General.....	81
6.2 Dielectric tests	83
6.3 Radio interference voltage (r.i.v.) test.....	83
6.4 Measurement of the resistance of circuits.....	85
6.5 Temperature-rise tests	85
6.6 Short-time withstand current and peak withstand current tests	93
6.7 Verification of the protection.....	93
6.8 Tightness tests.....	93
6.9 Electromagnetic compatibility tests (EMC)	93
7 Routine tests	119
7.1 Dielectric test on the main circuit.....	119
7.2 Dielectric test on auxiliary and control circuits.....	119
7.3 Measurement of the resistance of the main circuit	119
7.4 Tightness test	119
7.5 Design and visual checks.....	119
8 Guide to the selection of contactors and motor-starters for service	123
9 Information to be given with enquiries, tenders and orders.....	131
10 Rules for transport, storage, erection, operation and maintenance	133
11 Safety	133
Annex A (normative) Records and reports of type tests for making, breaking and short-time current performance	151
Figure 1 – Examples of speed/time curves	135
Figure 2 – Test duties A and B – preferred earth point	137
Figure 3 – Test duties A and B – alternative earth point.....	139
Figure 4 – Test duty C – preferred earth point.....	141
Figure 5 – Test duty C – alternative earth point	143
Figure 6 – Representation by two parameters of a prospective TRV of a circuit	143
Figure 7 – Representation by four parameters of a prospective TRV of a circuit.....	145
Figure 8 – Representation of the specified TRV by a two-parameter reference line and a delay line	145
Figure 9 – Determination of power frequency recovery voltage	147
Figure 10 – Characteristics for determining take-over current.....	149

	Pages
Tableau 1 – Valeurs assignées et caractéristiques	40
Tableau 2 – Catégories d'emploi.....	54
Tableau 3 – Caractéristiques dépendant du type de démarreurs.....	64
Tableau 4 – Caractéristiques d'ouverture des relais de surcharge alimentés sur tous leurs pôles	74
Tableau 5 – Caractéristiques d'ouverture des relais tripolaires thermiques de surcharge alimentés sur deux pôles seulement	76
Tableau 6 – Caractéristiques d'ouverture par relais tripolaires thermiques de surcharge sensibles aux défauts de phase, dont tous les pôles ne sont pas alimentés de façon égale.....	76
Tableau 7 – Essais de type applicables.....	82
Tableau 8 – Conducteurs d'essai en cuivre pour des courants d'essai inférieurs ou égaux à 800 A	86
Tableau 9 – Cycles de manœuvres en service intermittent	88
Tableau 10 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi à la tension assignée U_r	96
Tableau 11 – Relation entre le courant coupé I_c et la valeur du temps d'ARRÊT	104
Tableau 12 – Prescriptions concernant la tenue aux courants de surcharge	106
Tableau 13 – Caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement	114
Tableau 14 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions pour l'établissement et la coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi.....	116

Table 1 – Ratings and characteristics	41
Table 2 – Utilization categories	55
Table 3 – Characteristics dependent on starter type	65
Table 4 – Characteristics of the opening operation of overload relays when energized on all poles	75
Table 5 – Characteristics of the opening operation of three-pole thermal overload relays when energized on two poles only	77
Table 6 – Characteristics of the opening by three-pole phase failure-sensitive thermal overload relays when their poles are not equally energized	77
Table 7 – Applicable type tests	83
Table 8 – Test copper conductors for test currents up to 800 A inclusive	87
Table 9 – Intermittent duty operating cycles	89
Table 10 – Verification of rated making and breaking capacities – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories at rated voltage U_r	97
Table 11 – Relationship between current broken I_c and OFF time	105
Table 12 – Overload current withstand requirements	107
Table 13 – Transient recovery voltage characteristics	115
Table 14 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories	117

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONTACTEURS POUR COURANT ALTERNATIF HAUTE TENSION ET DÉMARREURS DE MOTEURS À CONTACTEURS

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de 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 60470 a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

La présente norme fait référence à la CEI 60694, deuxième édition parue en 1996, et qui est applicable, sauf indication contraire dans la présente norme. Afin de simplifier l'indication des prescriptions correspondantes, elle emploie la même numérotation. Les amendements apportés aux articles et paragraphes de la CEI 60694 sont indiqués sous les mêmes références, tandis que les paragraphes ajoutés sont numérotés à partir de 101.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition de la CEI 60470 publiée en 1974 et son amendement 1 (1995), ainsi que la CEI 60632-1.

La présente version bilingue, publiée en 2000-05, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est basé sur les documents 17A/545/FDIS et 17A/554/RVD. Le rapport de vote 17A/554/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT CONTACTORS
AND CONTACTOR-BASED MOTOR-STARTERS**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60470 has been prepared by subcommittee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This standard is to be read in conjunction with IEC 60694, second edition, published in 1996, which is applicable unless otherwise specified in this standard. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and subclauses as in IEC 60694 is used. Amendments to these clauses and subclauses are given under the same references whilst additional subclauses are numbered from 101.

This second edition cancels and replaces the first edition of IEC 60470 published in 1974 and its amendment 1 (1995), as well as IEC 60632-1.

This bilingual version, published in 2000-05, corresponds to the English version.

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

FDIS	Report on voting
17A/545/FDIS	17A/554/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.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2011.
A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60470:1999

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

Annex A forms an integral part of this standard.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2011. At this date, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60470:1999

CONTACTEURS POUR COURANT ALTERNATIF HAUTE TENSION ET DÉMARREURS DE MOTEURS À CONTACTEURS

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux contacteurs à courant alternatif et/ou aux démarreurs de moteurs à base de contacteurs conçus pour des installations intérieures et pour fonctionner à des fréquences inférieures ou égales à 60 Hz, dans des systèmes de tensions supérieures à 1 000 V mais n'excédant pas 12 000 V.

Elle ne s'applique qu'aux contacteurs et aux démarreurs tripolaires, utilisés dans des systèmes triphasés, et aux contacteurs et aux démarreurs unipolaires, utilisés dans des systèmes monophasés. Les contacteurs et les démarreurs bipolaires peuvent être utilisés dans des systèmes monophasés, après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Les contacteurs et/ou les démarreurs traités dans cette norme ne sont pas normalement conçus pour interrompre des courants de court-circuit. Par conséquent, une protection convenable contre les courts-circuits (voir 3.4.110.12 et la note 2 ci-après) fait partie de l'installation, mais pas nécessairement du contacteur ou du démarreur.

Dans ce contexte, la présente norme donne des prescriptions concernant

- les contacteurs associés à des dispositifs de protection contre les surcharges et/ou contre les courts-circuits (DPCC);
- les démarreurs associés à des dispositifs séparés de protection contre les courts-circuits séparés et/ou à des dispositifs séparés de protection contre les courts-circuits et des dispositifs intégrés de protection contre les surcharges;
- les contacteurs ou les démarreurs combinés, selon des conditions spécifiées, disposant de leurs propres dispositifs de protection contre les courts-circuits. Ces combinaisons telles que, par exemple, les combinés de démarrage (voir 3.4.110.9), sont alors caractérisées comme étant des unités complètes.

Les contacteurs prévus pour la fermeture et l'ouverture des circuits électriques et, s'ils sont combinés avec des relais convenables, prévus pour protéger ces circuits contre les surcharges qui peuvent s'y produire en fonctionnement, sont couverts par la présente norme.

Cette norme s'applique aussi aux dispositifs de manœuvre des contacteurs et à leurs équipements auxiliaires.

Les démarreurs de moteurs prévus pour démarrer et accélérer les moteurs jusqu'à leur vitesse normale, assurer leur fonctionnement continu, couper leur alimentation et leur fournir, ainsi qu'à leurs circuits associés, des moyens de protection contre les surcharges en fonctionnement sont couverts par la présente norme.

Les types de démarreurs de moteurs concernés sont

- les démarreurs directs;
- les démarreurs inverseurs;
- les démarreurs à deux sens de marche;
- les démarreurs à kVA (tension) réduits;
- les démarreurs à auto-transformateur;
- les démarreurs à résistances;
- les démarreurs à réactance.

HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT CONTACTORS AND CONTACTOR-BASED MOTOR-STARTERS

1 General

1.1 Scope and object

This International Standard is applicable to a.c. contactors and/or contactor-based motor-starters designed for indoor installation and operation at frequencies up to and including 60 Hz on systems having voltages above 1 000 V but not exceeding 12 000 V.

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

Contactors and/or starters dealt with in this standard are not normally designed to interrupt short-circuit currents. Therefore, suitable short-circuit protection (see 3.4.110.12 and note 2 below) forms part of the installation, but not necessarily of the contactor or the starter.

In this context, this standard gives requirements for

- contactors associated with overload and/or short-circuit protective devices (SCPD);
- 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, for example combination starters (see 3.4.110.9), are rated as units.

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

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

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

Motor-starter types included are

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

Les démarreurs dont le fonctionnement dépend de relais thermiques pour la protection des moteurs satisfaisant aux règles de la CEI 60255-8, ou de dispositifs de protection thermique incorporés au moteur conformes à la CEI 60034-11, ne satisfont pas nécessairement à toutes les prescriptions de la présente norme.

Les relais de surcharge pour les démarreurs, y compris ceux à base de semi-conducteurs, sont couverts par la présente norme.

La présente norme ne s'applique pas

- aux démarreurs de moteurs à base de disjoncteurs;
- à la manœuvre d'un seul pôle des contacteurs multipolaires ou des démarreurs multipolaires;
- aux démarreurs à auto-transformateur à deux étapes conçus pour un fonctionnement continu en position de démarrage;
- aux démarreurs rotoriques à résistances non équilibrés, c'est-à-dire aux démarreurs dont les résistances n'ont pas la même valeur dans toute les phases;
- aux matériels conçus non seulement pour le démarrage, mais aussi pour le réglage de la vitesse;
- aux démarreurs à résistances liquides et à ceux de type «liquide-vapeur»;
- aux contacteurs et aux démarreurs à semi-conducteurs utilisant des contacteurs à semi-conducteurs dans leur circuit principal;
- aux démarreurs statiques à résistances;
- aux contacteurs ou aux démarreurs conçus pour des applications spéciales.

La présente norme ne traite pas des composants incorporés dans les contacteurs et dans les démarreurs de moteurs à contacteurs, pour lesquels des spécifications individuelles existent.

NOTE 1 Les relais électrothermiques sont couverts par la CEI 60255-8.

NOTE 2 Les fusibles limiteurs de courant à haute tension sont couverts par la CEI 60282-1 et par la CEI 60644.

NOTE 3 Les appareillages sous enveloppe métallique de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV sont couverts par la CEI 60298.

NOTE 4 Les sectionneurs et les sectionneurs de terre sont couverts par la CEI 60129.

NOTE 5 Les interrupteurs à haute tension de tensions supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV sont couverts par la CEI 60265-1.

La présente norme a pour objet d'indiquer

- a) les caractéristiques des contacteurs et des démarreurs ainsi que des matériels associés;
- b) les conditions auxquelles doivent satisfaire les contacteurs ou les démarreurs, en ce qui concerne:
 - 1) leur fonctionnement et leur tenue,
 - 2) leurs qualités diélectriques,
 - 3) les degrés de protection procurés par leurs enveloppes, le cas échéant,
 - 4) leur construction,
 - 5) pour les combinés, les interactions entre les différents composants, par exemple la coordination des DPCC;
- c) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont remplies, ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais;
- d) les renseignements à fournir avec les équipements ou dans la documentation du constructeur.

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, are covered by this standard.

This standard does not apply to

- circuit-breaker-based motor-starters;
- single-pole operation of multi-pole contactors or starters;
- two-step auto-transformer starters designed for continuous operation in the starting position;
- unbalanced rheostatic rotor starters, i.e. where the resistances do not have the same value in all phases;
- equipment designed not only for starting, but also for adjustment of speed;
- liquid starters and those of the "liquid-vapour" type;
- semiconductor contactors and starters making use of semiconductor contactors in the main circuit;
- rheostatic stator starters;
- contactors or starters designed for special applications.

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

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

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

NOTE 3 Metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV are covered by IEC 60298.

NOTE 4 Disconnectors and earthing switches are covered by IEC 60129.

NOTE 5 High-voltage switches above 1 kV and less than 52 kV are covered by IEC 60265-1.

The object of this standard is to state

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

1.2 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 Norme internationale. 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 Norme internationale 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 60034-11:1978, *Machines électriques tournantes – Onzième partie: 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 60056:1987, *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension*

CEI 60076-2:1993, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Echauffement*

CEI 60129:1984, *Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

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

CEI 60265-1:1983, *Interrupteurs à haute tension – Première partie: Interrupteurs à haute tension pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV*

CEI 60282-1:1994, *Fusibles à haute tension – Partie 1: Fusibles limiteurs de courant*

CEI 60298:1990, *Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*
Amendement 1 (1994)

CEI 60417, (toutes les parties) *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*

CEI 60644:1979, *Spécification relative aux éléments de remplacement à haute tension destinés à des circuits comprenant des moteurs*

CEI 60694:1996, *Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension*

CEI 60726:1982, *Transformateurs de puissance de type sec*

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

CEI 61233:1994, *Disjoncteurs haute tension à courant alternatif – Etablissement et coupure de charge inductive*

CEI 61812-1:1996, *Relais à temps spécifié pour applications industrielles – Partie 1: Prescriptions et essais*

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard 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 60034-11:1978, *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 60056:1987, *High-voltage alternating-current circuit-breakers*

IEC 60076-2:1993, *Power transformers – Part 2: Temperature rise*

IEC 60129:1984, *Alternating current disconnectors and earthing switches*

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

IEC 60265-1:1983, *High-voltage switches – Part 1: High-voltage switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV*

IEC 60282-1:1994, *High-voltage fuses – Part 1: Current-limiting fuses*

IEC 60298:1990, *A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*
Amendment 1 (1994)

IEC 60417, (all parts) *Graphical symbols for use on equipment – Index, survey and compilation of the single sheets*

IEC 60644:1979, *Specification for high-voltage fuse-links for motor circuit applications*

IEC 60694:1996, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*

IEC 60726:1982, *Dry-type power transformers*

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

IEC 61233:1994, *High-voltage alternating current circuit-breakers – Inductive load switching*

IEC 61812-1:1996, *Specified time relays for industrial use – Part 1: Requirements and tests*

2 Conditions normales et conditions spéciales de service

2.1 Conditions normales de service

Le paragraphe 2.1 de la CEI 60694 s'applique avec la modification suivante.

Pour les installations extérieures, se reporter à 8.102.6.

2.2 Conditions spéciales de service

Le paragraphe 2.2 de la CEI 60694 s'applique avec la modification suivante.

2.2.1 Altitude

Les classes d'altitude de 1 000 m, 2 000 m et 3 000 m sont reconnues. Voir 8.102.7.

NOTE Ces classes sont nécessaires pour certains types de mécanismes de manœuvre.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, l'article 3 de la CEI 60694 s'applique, avec les définitions supplémentaires suivantes.

3.1 Termes généraux

3.1.101

appareillage de commande

terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les supports correspondants, destinés en principe à la commande des appareils utilisateurs d'énergie électrique [VEI 441-11-03]

3.1.102

surintensité

courant supérieur au courant assigné [VEI 441-11-06]

3.1.103

courant de court-circuit

surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique [VEI 441-11-07]

3.1.104

surcharge

conditions de fonctionnement d'un circuit électriquement sain, qui provoquent une surintensité [VEI 441-11-08]

3.1.105

partie conductrice

partie capable de conduire du courant, bien qu'elle ne soit pas nécessairement utilisée pour conduire du courant en service normal [VEI 441-11-09]

3.1.106

température de l'air ambiant

température déterminée dans des conditions prescrites de l'air qui entoure la totalité de l'appareil de connexion ou du fusible [VEI 441-11-13]

NOTE Pour des appareils de connexion ou des fusibles installés à l'intérieur d'une enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe.

2 Normal and special service conditions

2.1 Normal service conditions

Subclause 2.1 of IEC 60694 is applicable with the following modification.

For outdoor installations, refer to 8.102.6.

2.2 Special service conditions

Subclause 2.2 of IEC 60694 is applicable with the following modification.

2.2.1 Altitude

Altitude classes of 1 000 m, 2 000 m and 3 000 m are recognized. See 8.102.7:

NOTE These classes are necessary for some types of operating mechanism.

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, clause 3 of IEC 60694 applies with the following additional definitions.

3.1 General terms

3.1.101

controlgear

a general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures and supporting structures, intended in principle for the control of electric energy consuming equipment [IEV 441-11-03]

3.1.102

over-current

a current exceeding the rated current [IEV 441-11-06]

3.1.103

short-circuit current

an over-current resulting from a short circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit [IEV 441-11-07]

3.1.104

overload

operating conditions in an electrically undamaged circuit, which cause an over-current [IEV 441-11-08]

3.1.105

conductive part

a part which is capable of conducting current although it may not necessarily be used for carrying service current [IEV 441-11-09]

3.1.106

ambient air temperature

the temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the complete switching device or fuse [IEV 441-11-13]

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

3.2 Ensembles d'appareillage

Pas de définitions particulières.

3.3 Parties d'ensembles

Pas de définitions particulières.

3.4 Appareils de connexion

3.4.101

appareil de connexion

appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques [VEI 441-14-01]

3.4.102

appareil mécanique de connexion

appareil de connexion destiné à fermer et à ouvrir un ou plusieurs circuits électriques au moyen de contacts séparables [VEI 441-14-02]

NOTE Tout appareil mécanique de connexion peut être désigné en fonction du milieu dans lequel ses contacts s'ouvrent et se ferment, par exemple: air, SF₆, huile.

3.4.103

sectionneur

appareil mécanique de connexion qui assure, en position d'ouverture, une distance de sectionnement satisfaisant à des conditions spécifiées [VEI 441-14-05]

NOTE Un sectionneur est capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsqu'un courant d'intensité négligeable est interrompu ou établi, ou bien lorsqu'il ne se produit aucun changement notable de la tension aux bornes de chacun des pôles du sectionneur. Il est aussi capable de supporter des courants dans les conditions normales du circuit et de supporter des courants pendant une durée spécifiée dans des conditions anormales telles que celles du court-circuit.

3.4.104

sectionneur de terre

appareil mécanique de connexion utilisé pour mettre à la terre des parties d'un circuit, capable de supporter pendant une durée spécifiée des courants dans des conditions anormales telles que celles du court-circuit, mais non prévu pour supporter du courant dans les conditions normales du circuit [VEI 441-14-11]

NOTE Un sectionneur de terre peut avoir un pouvoir de fermeture en court-circuit.

3.4.105

contacteur (mécanique)

appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos, commandé autrement qu'à la main, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service [VEI 441-14-33]

NOTE 1 Un contacteur peut également être capable d'établir et de couper les courants de court-circuit.

NOTE 2 Un contacteur est généralement destiné à fonctionner fréquemment.

3.4.106

contacteur électromagnétique

contacteur dans lequel la force de fermeture des contacts principaux normalement ouverts ou d'ouverture des contacts principaux normalement fermés est fournie par un électro-aimant

3.4.107

contacteur sous vide

contacteur dans lequel les contacts principaux s'ouvrent et se ferment au sein d'une enveloppe sous vide poussé

3.2 Assemblies of switchgear and controlgear

No particular definitions.

3.3 Parts of assemblies

No particular definitions.

3.4 Switching devices

3.4.101

switching device

a device designed to make or break the current in one or more electric circuits [IEV 441-14-01]

3.4.102

mechanical switching device

a switching device designed to close and open one or more electric circuits by means of separable contacts [IEV 441-14-02]

NOTE Any mechanical switching device may be designated according to the medium in which its contacts open and close, e.g. air, SF₆, oil.

3.4.103

disconnector

a mechanical switching device which provides, in the open position, an isolating distance in accordance with specified requirements [IEV 441-14-05]

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

3.4.104

earthing switch

a mechanical switching device for earthing parts of a circuit, capable of withstanding for a specified time currents under abnormal conditions such as those of short circuit, but not required to carry current under normal conditions of the circuit [IEV 441-14-11]

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

3.4.105

contactor (mechanical)

a 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 [IEV 441-14-33]

NOTE 1 A contactor may also be capable of making and breaking short-circuit currents.

NOTE 2 A contactor is usually intended to operate frequently.

3.4.106

electromagnetic contactor

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

3.4.107

vacuum contactor

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

3.4.108

contacteur à SF₆

contacteur dans lequel les contacts principaux s'ouvrent et se ferment au sein d'un compartiment rempli de gaz SF₆

3.4.109

contacteur à accrochage

contacteur muni d'un dispositif d'accrochage empêchant ses éléments mobiles de retourner à leur position de repos quand on cesse d'actionner le dispositif de commande [VEI 441-14-34]

NOTE L'accrochage et le déclencheur d'accrochage peuvent être mécaniques, électromagnétiques, pneumatiques, etc.

3.4.110

démarrreur

combinaison de tous les moyens de mise sous et hors tension nécessaires pour provoquer le démarrage et l'arrêt d'un moteur, tout en assurant une protection appropriée contre les surcharges [VEI 441-14-38]

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

3.4.110.1

démarrreur direct

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

3.4.110.2

démarrreur inverseur

démarrreur destiné à inverser le sens de rotation du moteur par inversion de ses connexions primaires, alors que le moteur peut être en marche

3.4.110.3

démarrreur à deux sens de marche

démarrreur destiné à inverser le sens de rotation du moteur par inversion de ses connexions primaires seulement lorsque le moteur est à l'arrêt

3.4.110.4

démarrreur à kVA (tension) réduits

démarrreur réduisant la puissance du moteur au démarrage

NOTE Les démarreurs à kVA réduits peuvent être à auto-transformateur, à réactance ou à résistances.

3.4.110.5

démarrreur à auto-transformateur

démarrreur utilisant pour le démarrage une ou plusieurs tensions réduites provenant d'un auto-transformateur

3.4.110.6

démarrreur à résistances

démarrreur utilisant une ou plusieurs résistances pour obtenir au cours du démarrage des caractéristiques données de couple de démarrage et pour limiter le courant [VEI 441-14-42]

NOTE Un démarreur à résistances est généralement constitué de trois parties de base, fournies soit sous forme d'un appareil composite, soit séparément pour raccordement sur le lieu d'utilisation:

- les dispositifs de connexion mécaniques pour alimentation du stator (généralement associés à un dispositif de protection contre les surcharges);
- la ou les résistances insérées dans le circuit du rotor;
- les dispositifs de connexion mécaniques destinés à couper successivement la ou les résistances.

3.4.108**SF₆ contactor**

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

3.4.109**latched contactor**

a 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 [IEV 441-14-34]

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

3.4.110**starter**

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

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

3.4.110.1**direct-on-line starter**

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

3.4.110.2**reversing starter**

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

3.4.110.3**two-direction starter**

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

3.4.110.4**reduced kVA (voltage) starter**

a starter which reduces the starting kVA of the motor

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

3.4.110.5**auto-transformer starter**

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

3.4.110.6**rheostatic starter**

a starter utilizing one or several resistors for obtaining, during starting, stated motor torque characteristics and for limiting the current [IEV 441-14-42]

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

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

3.4.110.7

démarreur rotorique à résistances

démarreur à résistances pour moteur asynchrone à rotor bobiné coupant successivement pendant la période de démarrage une ou plusieurs résistances insérées au circuit du rotor [VEI 441-14-43]

3.4.110.8

démarreur à réactance

démarreur comprenant une réactance en série avec l'enroulement du stator d'un moteur à courant alternatif pour fournir la tension réduite nécessaire au démarrage

3.4.110.9

démarreur combiné (souvent appelé contrôleur)

équipement comprenant un contacteur, une protection contre les surcharges, un sectionneur manuel actionné de l'extérieur et un dispositif de protection contre les courts-circuits, monté et câblé dans une enceinte dédiée

NOTE 1 Une enceinte dédiée est une enceinte spécialement conçue et dimensionnée pour son application, dans laquelle tous les essais sont effectués, et qui peut également comporter une fonction de mise à la terre.

NOTE 2 Un démarreur combiné peut être utilisé pour d'autres fonctions que le démarrage d'un moteur, par exemple, pour le contrôle et la protection d'un transformateur.

3.4.110.10

démarreur électromagnétique

démarreur dans lequel la force de fermeture des contacts principaux est fournie par un électro-aimant

3.4.110.11

démarreur à n étapes

démarreur dans lequel il y a $(n - 1)$ positions intermédiaires d'accélération entre la position arrêt et la position marche [VEI 441-14-41]

NOTE 1 Un démarreur sans position intermédiaire d'accélération entre les positions MARCHE et ARRÊT est un démarreur à étape unique ou démarreur direct (voir 3.4.110.1).

NOTE 2 Un démarreur ne comportant qu'une seule position intermédiaire d'accélération entre les positions MARCHE et ARRÊT est appelé démarreur à deux étapes.

NOTE 3 Un démarreur à résistances à trois étapes possède deux sections de résistances utilisées au démarrage.

3.4.110.12

dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)

dispositif destiné à protéger un circuit ou des parties d'un circuit contre les courants de court-circuit en les interrompant

3.5 Eléments des appareillages

3.5.101

pôle d'un appareil de connexion

élément constituant d'un appareil de connexion associé exclusivement à un chemin conducteur électriquement séparé appartenant à son circuit principal, cet élément ne comprenant pas les éléments constitutifs assurant la fixation et le fonctionnement d'ensemble de tous les pôles [VEI 441-15-01]

NOTE Un appareil de connexion est appelé unipolaire s'il n'a qu'un pôle. S'il a plus d'un pôle, il peut être appelé multipolaire (bipolaire, tripolaire, etc.) à condition que les pôles soient ou puissent être liés entre eux de façon qu'ils fonctionnent ensemble.

3.5.102

circuit principal (d'un appareil de connexion)

ensemble de pièces conductrices d'un appareil de connexion insérées dans le circuit qu'il a pour fonction de fermer ou d'ouvrir [VEI 441-15-02]

3.4.110.7**rheostatic rotor starter**

a rheostatic starter for an asynchronous wound-rotor motor which, during the starting period, cuts out successively one or several resistors previously provided in the rotor circuit [IEV 441-14-43]

3.4.110.8**reactor starter**

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

3.4.110.9**combination starter** (often referred to as a controller)

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

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

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

3.4.110.10**electromagnetic starter**

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

3.4.110.11***n*-step starter**

a starter in which there are ($n - 1$) intermediate accelerating positions between the off and full on positions [IEV 441-14-41]

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

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

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

3.4.110.12**short-circuit protective device (SCPD)**

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

3.5 Parts of switchgear and controlgear**3.5.101****pole of a switching device**

the portion of a switching device associated exclusively with one electrically separated conducting path of its main circuit and excluding those portions which provide a means for mounting and operating all poles together [IEV 441-15-01]

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

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

all the conductive parts of a switching device included in the circuit which it is designed to close or open [IEV 441-15-02]

3.5.103

circuit de commande (d'un appareil de connexion)

ensemble de pièces conductrices d'un appareil de connexion, autres que celles du circuit principal, insérées dans un circuit utilisé pour commander la manœuvre de fermeture ou la manœuvre d'ouverture ou les deux manœuvres de l'appareil [VEI 441-15-03]

3.5.104

circuit auxiliaire (d'un appareil de connexion)

ensemble de pièces conductrices d'un appareil de connexion destinées à être insérées dans un circuit autre que le circuit principal et les circuits de commande de l'appareil [VEI 441-15-04]

NOTE Certains circuits auxiliaires remplissent des fonctions supplémentaires telles que la signalisation, le verrouillage, etc., et, à ce titre, ils peuvent faire partie du circuit de commande d'un autre appareil de connexion.

3.5.105

contact principal

contact inséré dans le circuit principal d'un appareil mécanique de connexion, prévu pour supporter, dans la position de fermeture, le courant du circuit principal [VEI 441-15-07]

3.5.106

contact de commande

contact inséré dans un circuit de commande d'un appareil mécanique de connexion et manœuvré mécaniquement par cet appareil [VEI 441-15-09]

3.5.107

contact auxiliaire

contact inséré dans un circuit auxiliaire et manœuvré mécaniquement par l'appareil de connexion [VEI 441-15-10]

3.5.108

contact «a»; contact à fermeture

contact de commande ou auxiliaire qui est fermé lorsque les contacts principaux de l'appareil mécanique de connexion sont fermés et qui est ouvert lorsque ces contacts sont ouverts [VEI 441-15-12]

3.5.109

contact «b»; contact à ouverture

contact de commande ou auxiliaire qui est ouvert lorsque les contacts principaux de l'appareil mécanique de connexion sont fermés et qui est fermé lorsque ces contacts sont ouverts [VEI 441-15-13]

3.6 Fonctionnement

3.6.101

manœuvre (d'un appareil mécanique de connexion)

passage d'un ou de plusieurs contacts mobiles d'une position à une position adjacente [VEI 441-16-01]

NOTE 1 Par exemple, pour un disjoncteur, ce pourra être une manœuvre de fermeture ou une manœuvre d'ouverture.

NOTE 2 Si une distinction est nécessaire, on emploiera les mots manœuvre électrique (par exemple: établissement ou coupure) et manœuvre mécanique (par exemple: fermeture ou ouverture).

3.6.102

cycle de manœuvres (d'un appareil mécanique de connexion)

suite de manœuvres d'une position à une autre avec retour à la première position en passant par toutes les autres positions, s'il en existe [VEI 441-16-02]

NOTE 1 Il peut s'agir d'une opération de fermeture suivie d'une opération d'ouverture.

NOTE 2 Une succession d'opérations ne constituant pas un cycle de manœuvres s'appelle une série d'opérations.

3.5.103**control circuit** (of a switching device)

all the conductive parts (other than the main circuit) of a switching device which are included in a circuit used for the closing operation or opening operation, or both, of the device [IEV 441-15-03]

3.5.104**auxiliary circuit** (of a switching device)

all the conductive parts of a switching device which are intended to be included in a circuit other than the main circuit and the control circuits of the device [IEV 441-15-04]

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

3.5.105**main contact**

a contact included in the main circuit of a mechanical switching device, intended to carry, in the closed position, the current of the main circuit [IEV 441-15-07]

3.5.106**control contact**

a contact included in a control circuit of a mechanical switching device and mechanically operated by this device [IEV 441-15-09]

3.5.107**auxiliary contact**

a contact included in an auxiliary circuit and mechanically operated by the switching device [IEV 441-15-10]

3.5.108**"a" contact; make contact**

a control or auxiliary contact which is closed when the main contacts of the mechanical switching device are closed and open when they are open [IEV 441-15-12]

3.5.109**"b" contact; break contact**

a control or auxiliary contact which is open when the main contacts of a mechanical switching device are closed and closed when they are open [IEV 441-15-13]

3.6 Operation**3.6.101****operation** (of a mechanical switching device)

the transfer of the moving contact(s) from one position to an adjacent position [IEV 441-16-01]

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

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

3.6.102**operating cycle** (of a mechanical switching device)

a succession of operations from one position to another and back to the first position through all other positions, if any [IEV 441-16-02]

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

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

3.6.103

manœuvre de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre par laquelle on fait passer l'appareil de la position d'ouverture à la position de fermeture [VEI 441-16-08]

3.6.104

manœuvre d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre par laquelle on fait passer l'appareil de la position de fermeture à la position d'ouverture [VEI 441-16-09]

3.6.105

position de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion)

position dans laquelle la continuité prédéterminée du circuit principal de l'appareil est assurée [VEI 441-16-22]

3.6.106

position d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)

position dans laquelle la distance prédéterminée d'isolement entre contacts ouverts est assurée dans le circuit principal de l'appareil [VEI 441-16-23]

3.6.107

position de repos (d'un contacteur)

position que prennent les organes mobiles du contacteur quand son électro-aimant ou son dispositif à air comprimé n'est pas alimenté [VEI 441-16-24]

3.6.108

relais ou déclencheur de surcharge

relais ou déclencheur de surintensité destiné à la protection contre les surcharges (y compris, le cas échéant, par action sur le ou les transformateurs et les interconnexions)

3.6.109

relais ou déclencheur de surcharge thermique

relais ou déclencheur de surcharge à temps inverse dont le fonctionnement (y compris la temporisation) dépend de l'effet thermique du courant qui y circule

3.6.110

réglage d'intensité d'un relais ou d'un déclencheur de surcharge

valeur d'intensité à laquelle le relais ou le déclencheur est réglé et d'après laquelle ses conditions de fonctionnement sont définies

3.6.111

plage de réglages d'intensité d'un relais ou d'un déclencheur de surcharge

plage entre les valeurs minimale et maximale dans laquelle peut être fixé le réglage d'intensité du relais ou du déclencheur

3.6.112

relais ou déclencheur de surcharge sensible aux défauts de phase

relais ou déclencheur de surcharge multipolaire fonctionnant, selon des prescriptions spécifiées, à une valeur d'intensité inférieure à son réglage d'intensité en cas de déséquilibre des courants

3.6.113

relais ou déclencheur à minimum de courant (à minimum de tension)

relais ou déclencheur de mesure fonctionnant automatiquement lorsque le courant qui le traverse (ou la tension qui lui est appliquée) diminue d'une valeur prédéterminée

3.6.103**closing operation** (of a mechanical switching device)

an operation by which the device is brought from the open position to the closed position
[IEV 441-16-08]

3.6.104**opening operation** (of a mechanical switching device)

an operation by which the device is brought from the closed position to the open position
[IEV 441-16-09]

3.6.105**closed position** (of a mechanical switching device)

the position in which the predetermined continuity of the main circuit of the device is secured
[IEV 441-16-22]

3.6.106**open position** (of a mechanical switching device)

the position in which the predetermined clearance between open contacts in the main circuit of the device is secured [IEV 441-16-23]

3.6.107**position of rest** (of a contactor)

the 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]

3.6.108**overload relay or release**

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

3.6.109**thermal overload relay or release**

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

3.6.110**current setting of an overload relay or release**

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

3.6.111**current setting range of an overload relay or release**

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

3.6.112**phase failure sensitive overload relay or release**

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

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

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

3.6.114

temps de démarrage (d'un démarreur à résistances)

temps pendant lequel les résistances de démarrage ou des parties de ces résistances sont parcourues par du courant

NOTE Le temps de démarrage d'un démarreur est plus court que le temps de démarrage total du moteur, qui inclut la dernière période d'accélération suivant l'opération de commutation en position MARCHE.

3.6.115

temps de démarrage (d'un démarreur à auto-transformateur)

temps pendant lequel l'auto-transformateur est parcouru par du courant

NOTE Le temps de démarrage d'un démarreur est plus court que le temps de démarrage total du moteur, qui inclut la dernière période d'accélération suivant l'opération de commutation en position MARCHE.

3.6.116

transition ouverte (avec un démarreur à auto-transformateur)

agencement des circuits provoquant une coupure puis un rétablissement du courant dans le moteur lors du passage d'une étape à une autre

NOTE La transition n'est pas considérée comme une étape supplémentaire.

3.6.117

transition fermée (avec un démarreur à auto-transformateur)

agencement des circuits tel que l'alimentation du moteur n'est pas interrompue (même momentanément) lors du passage d'une étape à une autre

NOTE La transition n'est pas considérée comme une étape supplémentaire.

3.6.118

marche par à-coups (pas à pas)

mise sous tension répétitive d'un moteur ou d'un solénoïde pendant de courtes périodes pour obtenir de petits mouvements du mécanisme entraîné

3.6.119

inversion de marche

arrêt rapide d'un moteur ou inversion rapide de son sens de marche par inversion des raccordements primaires pendant que le moteur est en marche

3.7 Grandeurs caractéristiques

3.7.101

courant coupé (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

courant dans le pôle d'un appareil de connexion ou dans un fusible évalué à l'instant de l'amorçage de l'arc au cours d'une coupure [VEI 441-17-07]

3.7.102

pouvoir de coupure (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

une valeur de courant présumé qu'un appareil de connexion ou un fusible est capable d'interrompre sous une tension fixée dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement [VEI 441-17-08]

NOTE 1 La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans les publications particulières.

NOTE 2 Pour les appareils de connexion, le pouvoir de coupure peut être dénommé suivant le type de courant intervenant dans les conditions prescrites, par exemple: pouvoir de coupure de lignes à vide, pouvoir de coupure de câbles à vide, pouvoir de coupure d'une batterie de condensateurs unique, etc.

3.7.103

pouvoir de fermeture (d'un appareil de connexion)

une valeur du courant présumé établi qu'un appareil de connexion est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement [VEI 441-17-09]

NOTE La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans les spécifications individuelles.

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

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

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

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

the period of time during which the auto-transformer carries current

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

3.6.116**open transition** (with an auto-transformer starter)

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

NOTE The transition stage is not considered an additional step.

3.6.117**closed transition** (with an auto-transformer starter)

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

NOTE The transition stage is not considered an additional step.

3.6.118**inching** (jogging)

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

3.6.119**plugging**

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

3.7 Characteristic quantities**3.7.101****breaking current** (of a switching device or a fuse)

the current in a pole of a switching device or in a fuse at the instant of initiation of the arc during a breaking process [IEV 441-17-07]

3.7.102**breaking capacity** (of a switching device or a fuse)

a value of prospective current that a switching device or a fuse is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour [IEV 441-17-08]

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

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

3.7.103**making capacity** (of a switching device)

a value of prospective making current that a switching device is capable of making at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour [IEV 441-17-09]

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

3.7.104

courant d'intersection

valeur du courant correspondant à l'intersection des caractéristiques temps-courant de deux dispositifs de protection à maximum de courant [VEI 441-17-16]

3.7.105

courant de courte durée admissible

courant qu'un circuit ou un appareil de connexion dans la position de fermeture peut supporter pendant un court intervalle de temps spécifié et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement [VEI 441-17-17]

3.7.106

tension de rétablissement

tension qui apparaît entre les bornes d'un appareil de connexion ou d'un fusible après l'interruption du courant [VEI 441-17-25]

NOTE Cette tension peut être considérée durant deux intervalles de temps consécutifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel la tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en régime établi existe seule.

3.7.107

tension transitoire de rétablissement (TTR)

tension de rétablissement pendant le temps où elle présente un caractère transitoire appréciable [VEI 441-17-26]

NOTE 1 La tension transitoire de rétablissement peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit et de l'appareil de connexion. Elle tient compte de la variation du potentiel du point neutre du circuit polyphasé.

NOTE 2 Sauf spécification contraire, la tension transitoire de rétablissement pour les circuits triphasés est la tension aux bornes du premier pôle qui coupe, car cette tension est généralement plus élevée que celle qui apparaît aux bornes de chacun des deux autres pôles.

3.7.108

tension de rétablissement à fréquence industrielle

tension de rétablissement après la disparition des phénomènes transitoires de tension [VEI 441-17-27]

3.7.109

courant présumé (d'un circuit et du point de vue d'une combinaison qu'il contient)

courant qui circulerait dans le circuit si chaque pôle de la combinaison était remplacé par un conducteur d'impédance négligeable [VEI 441-17-01, modifié]

3.7.110

valeur de crête du courant présumé

valeur de crête d'un courant présumé pendant la période transitoire qui suit son établissement [VEI 441-17-02]

NOTE La définition implique que le courant est établi par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire passant instantanément d'une impédance infinie à une impédance nulle. Pour un circuit ayant plusieurs voies, par exemple un circuit polyphasé, il est entendu en outre que le courant est établi simultanément dans tous les pôles, même si on ne considère que le courant dans un seul pôle.

3.7.111

valeur maximale de crête du courant présumé (d'un circuit à courant alternatif)

valeur de crête du courant présumé quand l'établissement du courant a lieu à l'instant qui conduit à la plus grande valeur possible [VEI 441-17-04]

NOTE Pour un appareil multipolaire dans un circuit polyphasé, la valeur maximale de crête du courant présumé ne se rapporte qu'à un seul pôle.

3.7.104**take-over current**

the current coordinate of the intersection between the time-current characteristics of two over-current protective devices [IEV 441-17-16]

3.7.105**short-time withstand current**

the current that a circuit or a switching device in the closed position can carry during a specified short time under prescribed conditions of use and behaviour [IEV 441-17-17]

3.7.106**recovery voltage**

the voltage which appears across the terminals of a pole of a switching device or a fuse after the breaking of the current [IEV 441-17-25]

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

3.7.107**transient recovery voltage (TRV)**

the recovery voltage during the time in which it has a significant transient character [IEV 441-17-26]

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

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

3.7.108**power frequency recovery voltage**

the recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided [IEV 441-17-27]

3.7.109**prospective current** (of a circuit and with respect to a combination situated therein)

the current that would flow in the circuit if each pole of the combination were replaced by a conductor of negligible impedance [IEV 441-17-01, modified]

3.7.110**prospective peak current**

the peak value of a prospective current during the transient period following initiation [IEV 441-17-02]

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

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

the prospective peak current when initiation of the current takes place at the instant which leads to the highest possible value [IEV 441-17-04]

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

3.7.112

courant coupé présumé (pour un pôle d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

courant présumé évalué à l'instant correspondant au début du phénomène de coupure [VEI 441-17-06]

NOTE Des spécifications concernant l'instant du début du phénomène de coupure sont données dans les publications particulières. Pour les appareils mécaniques de connexion ou les fusibles, cet instant est habituellement choisi comme l'instant du début d'un arc au cours d'une coupure.

3.7.113

courant minimal de coupure

valeur minimale de courant présumé qu'un élément de remplacement peut couper sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement [VEI 441-18-29]

3.7.114

courant coupé limité

valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la coupure effectuée par un appareil de connexion ou un fusible [VEI 441-17-12]

NOTE Cette notion est d'importance particulière si l'appareil de connexion ou le fusible fonctionne de telle manière que la valeur de crête du courant présumé du circuit n'est pas atteinte.

3.7.115

courant d'intersection

valeur du courant correspondant à l'intersection des caractéristiques temps-courant de deux dispositifs de protection à maximum de courant [VEI 441-17-16]

3.7.116

courant d'intersection minimal

courant déterminé par le point d'intersection des caractéristiques temps-courant du DPCC et du contacteur correspondant

- a) au temps de coupure maximal plus, le cas échéant, le temps de fonctionnement maximal d'un relais externe de surintensité ou de défaut à la terre;
- b) à la durée de pré-arc minimale du DPCC.

Voir également la figure 10.

3.7.117

courant d'intersection maximal

courant déterminé par le point d'intersection des caractéristiques temps-courant du DPCC et du contacteur correspondant

- a) au temps d'ouverture minimal du contacteur, ou à son temps de réponse minimal s'il est actionné par un relais de surintensité et/ou des dispositifs à temporisation;
- b) au temps de fonctionnement maximal du DPCC de courant assigné le plus élevé.

Voir également la figure 10.

3.7.118

dissipation de puissance maximale admissible

puissance dissipée par le combiné lorsqu'il est équipé de fusibles de puissance de dissipation maximale, déterminée par les essais d'échauffement

3.7.119

courant de court-circuit avec fusible

courant de court-circuit conditionnel lorsque l'appareil limiteur de courant est un fusible [VEI 441-17-21]

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

the prospective current evaluated at a time corresponding to the instant of the initiation of the breaking process [IEV 441-17-06]

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

3.7.113**minimum breaking current**

a minimum value of prospective current that a fuse-link is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour [IEV 441-18-29]

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

the maximum instantaneous value of current attained during the breaking operation of a switching device or a fuse [IEV 441-17-12]

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

3.7.115**take-over current**

the current coordinate of the intersection between the time-current characteristics of two over-current protective devices [IEV 441-17-16]

3.7.116**minimum take-over current**

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

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

See also figure 10.

3.7.117**maximum take-over current**

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

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

See also figure 10.

3.7.118**maximum acceptable power dissipation**

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

3.7.119**fused short-circuit current**

the conditional short-circuit current when the current limiting device is a fuse [IEV 441-17-21]

3.7.120

tension appliquée (pour un appareil de connexion)

tension qui existe entre les bornes d'un pôle d'un appareil de connexion immédiatement avant l'établissement du courant [VEI 441-17-24]

3.7.121

tension transitoire de rétablissement présumée (d'un circuit)

tension transitoire de rétablissement qui suit la coupure du courant présumé symétrique par un appareil de connexion idéal [VEI 441-17-29]

NOTE La définition implique que l'appareil de connexion ou le fusible, pour lequel la tension transitoire de rétablissement est recherchée, est remplacé par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire dont l'impédance passe instantanément de la valeur zéro à la valeur infinie à l'instant du zéro de courant, c'est-à-dire au zéro «naturel». Pour des circuits ayant plusieurs voies, par exemple un circuit polyphasé, on suppose en outre que la coupure du courant par l'appareil de connexion idéal n'a lieu que sur le pôle considéré.

3.7.122

temps d'ouverture par déclencheur (du contacteur)

le temps d'ouverture par déclencheur se définit selon la méthode de déclenchement indiquée ci-dessous avec un dispositif à temporisation formant partie intégrante du contacteur réglé à une valeur spécifiée.

- Pour un contacteur déclenché par une forme quelconque d'énergie auxiliaire, le temps d'ouverture par déclencheur est l'intervalle qui sépare le moment de la mise sous tension du déclencheur d'ouverture, le contacteur étant en position fermée, et le moment où les contacts d'arc se sont séparés à tous les pôles.
- Pour un contacteur déclenché (autrement que par le percuteur) par un courant dans le circuit principal sans l'aide d'une forme quelconque d'énergie auxiliaire, le temps d'ouverture par déclencheur est l'intervalle qui sépare le moment où, le contacteur étant en position fermée, le courant dans le circuit principal atteint la valeur de fonctionnement du déclencheur de surintensité et le moment où les contacts d'arc se sont séparés à tous les pôles.

3.7.123

temps d'ouverture minimal par déclencheur (du contacteur)

le temps d'ouverture par déclencheur lorsque le réglage spécifié d'un dispositif à temporisation formant partie intégrante du contacteur est à son réglage minimal

3.7.124

temps d'ouverture maximal par déclencheur (du contacteur)

le temps d'ouverture par déclencheur lorsque le réglage spécifié d'un dispositif à temporisation formant partie intégrante du contacteur est à son réglage maximal

3.7.125

durée d'arc (d'un pôle ou d'un fusible)

intervalle de temps entre l'instant de début de l'arc sur un pôle ou sur un fusible et l'instant de l'extinction finale de l'arc sur ce pôle ou ce fusible [VEI 441-17-37]

3.7.126

temps de coupure (du contacteur dans un combiné commandé par déclencheur)

intervalle de temps entre le début du temps d'ouverture du contacteur par le déclencheur et la fin de l'extinction des arcs à tous les pôles

NOTE Ce terme peut être qualifié par les mentions «minimal» ou «maximal» selon le temps d'ouverture et la durée d'arc utilisés.

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

the voltage which exists across the terminals of a pole of a switching device just before the making of the current [IEV 441-17-24]

3.7.121**prospective transient recovery voltage** (of a circuit)

the transient recovery voltage following the breaking of the prospective symmetrical current by an ideal switching device [IEV 441-17-29]

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

3.7.122**release-initiated opening time** (of the contactor)

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

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

3.7.123**minimum release-initiated opening time** (of the contactor)

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

3.7.124**maximum release-initiated opening time** (of the contactor)

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

3.7.125**arcing time** (of a pole or a fuse)

the interval of time between the instant of the initiation of the arc in a pole or a fuse and the instant of final arc extinction in that pole or that fuse [IEV 441-17-37]

3.7.126**break time** (of the contactor in a release-operated combination)

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

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

3.101 Fusibles

3.101.1

fusible

appareil dont la fonction est d'ouvrir par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet le circuit dans lequel il est inséré en coupant le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée. Le fusible comprend toutes les parties qui constituent l'appareil complet [VEI 441-18-01]

3.101.2

percuteur

dispositif mécanique faisant partie d'un élément de remplacement qui, lors du fonctionnement du fusible, libère l'énergie requise pour faire fonctionner d'autres appareils, des dispositifs indicateurs ou pour effectuer un verrouillage [VEI 441-18-18]

3.101.3

durée de pré-arc; temps de fusion

intervalle de temps qui s'écoule à partir du moment où commence à circuler un courant suffisant pour provoquer une coupure dans le ou les éléments fusibles jusqu'à l'instant où un arc commence à se former [VEI 441-18-21]

3.101.4

temps de fonctionnement

somme de la durée de préarc et de la durée d'arc [VEI 441-18-22]

3.101.5

intégrale de Joule (I^2t)

intégrale du carré du courant pour un intervalle de temps donné:

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

NOTE 1 L' I^2t de préarc est l'intégrale I^2t pour la durée de préarc du fusible.

NOTE 2 L' I^2t de fonctionnement est l'intégrale I^2t pour la durée de fonctionnement du fusible.

NOTE 3 L'énergie en joules libérée dans une portion ayant une résistance de un ohm d'un circuit protégé par un fusible est égale à la valeur de I^2t de fonctionnement exprimée en $A^2 \cdot s$.
[VEI 441-18-23]

4 Caractéristiques assignées

L'article 4 de la CEI 60694 s'applique avec les compléments et les exceptions suivantes.

Un contacteur, un démarreur ou un combiné de démarrage en bon état de maintenance et de réglage doit être capable de supporter toutes les contraintes qui peuvent se produire en service, à condition qu'elles n'excèdent pas ses caractéristiques assignées.

Les caractéristiques d'un contacteur, d'un démarreur ou d'un combiné, y compris ses dispositifs de manœuvre et ses équipements auxiliaires, qui doivent être utilisées pour déterminer les caractéristiques assignées sont données dans le tableau 1.

Sous ce titre, sont aussi prises en compte des caractéristiques qui, bien qu'elles ne soient pas nécessairement des caractéristiques assignées, doivent être prises en considération aux stades de la spécification et de la conception.

3.101 Fuses

3.101.1

fuse

a device that, by the fusing of one or more of its specially designed and proportioned components, opens the circuit in which it is inserted by breaking the current when this exceeds a given value for a sufficient time. The fuse comprises all the parts that form the complete device [IEV 441-18-01]

3.101.2

striker

a mechanical device forming part of a fuse-link which, when the fuse operates, releases the energy required to cause operation of other apparatus or indicators, or to provide interlocking [IEV 441-18-18]

3.101.3

pre-arcing time; melting time

the interval of time between the beginning of a current large enough to cause a break in the fuse-element(s) and the instant when an arc is initiated [IEV 441-18-21]

3.101.4

operating time; total clearing time

the sum of the pre-arcing time and the arcing time [IEV 441-18-22]

3.101.5

Joule integral (I^2t)

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

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

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

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

NOTE 3 The energy in joules liberated in one ohm of resistance in a circuit protected by a fuse is equal to the value of the operating I^2t expressed in $A^2 \cdot s$.
[IEV 441-18-23]

4 Ratings

Clause 4 of IEC 60694 is applicable with the additions and exceptions indicated below.

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

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

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

L'utilisation d'un DPCC autre que celui utilisé lors des essais de type peut changer les caractéristiques assignées du combiné de démarrage. Dans ce cas, les nouvelles caractéristiques assignées doivent être fixées par le constructeur.

NOTE Les caractéristiques assignées peuvent être différentes entre les colonnes du tableau.

Tableau 1 – Valeurs assignées et caractéristiques

Valeur assignée/caractéristique		Contacteur 3.4.105	Démarreur 3.4.110	Combiné 3.4.110.9
<i>(A) Caractéristiques assignées</i>				
a) Tension assignée (U_r)	4.1	X	X	X
b) Niveau d'isolement assigné	4.2	X	X	X
c) Fréquence assignée (f_r)	4.3	X	X	X
d) Courant d'emploi assigné (I_e) ou puissance d'emploi assignée	4.101	X	X	X
e) Courant de courte durée admissible assigné (I_k)	4.5	X	X	X
f) Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)	4.6	X	X	X
g) Durée de court-circuit assignée (t_k)	4.7	X	X	X
h) Courant de coupure en court-circuit assigné (I_{sc})	4.107			X
i) Courant de fermeture en court-circuit assigné (I_{ma})	4.107			X
j) Services assignés	4.102	X	X	(X)
k) Caractéristiques assignées de charge et de surcharge, par catégorie d'emploi	4.103, 4.104	X	X	X
l) Tension d'alimentation assignée des dispositifs de manœuvre, et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	4.8	X	X	X
m) Fréquence d'alimentation assignée des dispositifs de manœuvre, et des circuits auxiliaires	4.9	X	X	X
n) Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour l'isolement et/ou la manœuvre	4.10	X	X	X
<i>(B) Caractéristiques à donner sur demande</i>				
p) Courant thermique (I_{th})	4.4.101	X	X	X
q) Endurance électrique	4.106	X		
r) Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	4.107	X	X	X
s) Classification des dommages	4.107.3	X	X	X
t) Pouvoir de coupure en court-circuit	4.107, 6.104	X	X	
u) Pouvoir de fermeture en court-circuit	4.107, 6.104	X	X	
v) Caractéristiques de coupure du moteur	6.108	X		
w) Courant d'intersection pour les combinés manœuvrés par déclencheur	4.107.2			X
<i>(C) Caractéristiques dépendant du type de démarreur</i>				
x) Dispositifs automatiques de commutation et dispositifs automatiques de commande d'accélération	4.108		X	X
y) Caractéristiques des auto-transformateurs de démarrage	4.109		X	X
z) Caractéristiques des résistances de démarrage	4.110		X	X
aa) Caractéristiques des réactances de démarrage	4.109		X	X
X: applicable à cette configuration				
(X): applicable, mais voir la note 2 de 4.102.2 concernant le service intermittent				

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

NOTE Ratings may differ between the table columns.

Table 1 – Ratings and characteristics

Rating/characteristic		Contactors 3.4.105	Starter 3.4.110	Combination 3.4.110.9
(A) Rated characteristics				
a) Rated voltage (U_r)	4.1	X	X	X
b) Rated insulation level	4.2	X	X	X
c) Rated frequency (f_r)	4.3	X	X	X
d) Rated operational current (I_e) or rated operational power	4.101	X	X	X
e) Rated short-time withstand current (I_k)	4.5	X	X	X
f) Rated peak withstand current (I_p)	4.6	X	X	X
g) Rated duration of short-circuit (t_k)	4.7	X	X	X
h) Rated short-circuit breaking current (I_{sc})	4.107			X
i) Rated short-circuit making current (I_{ma})	4.107			X
j) Rated duties	4.102	X	X	(X)
k) Rated load and overload characteristics, by utilization category	4.103, 4.104	X	X	X
l) Rated supply voltage of operating devices, and of auxiliary and control circuits (U_a)	4.8	X	X	X
m) Rated supply frequency of operating devices and of auxiliary circuits	4.9	X	X	X
n) Rated pressure of compressed gas supply, for insulation and/or operation	4.10	X	X	X
(B) Characteristics to be given on request				
p) Thermal current (I_{th})	4.4.101	X	X	X
q) Electrical endurance	4.106	X		
r) Coordination with short-circuit protective devices	4.107	X	X	X
s) Damage classification	4.107.3	X	X	X
t) Short-circuit breaking capacity	4.107, 6.104	X	X	
u) Short-circuit making capacity	4.107, 6.104	X	X	
v) Motor switching characteristics	6.108	X		
w) Take-over current for release-operated combination	4.107.2			X
(C) Characteristics dependent on starter type				
x) Automatic change-over devices and automatic acceleration control devices	4.108		X	X
y) Starting auto-transformer characteristics	4.109		X	X
z) Starting resistor characteristics	4.110		X	X
aa) Starting reactor characteristics	4.109		X	X
X: applicable for this configuration				
(X): applicable, but see note 2 of 4.102.2 regarding intermittent duty				

4.1 Tension assignée (U_r)

La tension assignée indique la limite supérieure de la tension la plus élevée du système pour lequel le dispositif est prévu.

Les valeurs normalisées des tensions assignées sont:

$$2,5 \text{ kV} - 3,6 \text{ kV} - 5,0 \text{ kV} - 7,2 \text{ kV} - 12 \text{ kV}$$

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, la tension assignée est celle du stator.

4.1.101 Tension assignée du rotor (U_{ro})

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, la valeur de la tension assignée est celle de la tension qui, lorsqu'elle est combinée au courant assigné du rotor, détermine l'application du circuit du rotor, y compris ses appareils mécaniques de connexion et à laquelle se réfèrent les pouvoirs de coupure et de fermeture, le type de service et les caractéristiques de démarrage.

La tension assignée du rotor est considérée comme égale à la tension mesurée entre les bagues, le moteur étant à l'arrêt et le rotor débranché, lorsque le stator est alimenté à sa tension assignée.

La tension assignée du rotor n'est appliquée que pour une courte durée, pendant la période de démarrage. Pour cette raison, on accepte que la tension assignée du rotor excède de 100 % la tension d'isolement assignée du rotor.

La tension maximale entre les différentes parties actives (par exemple appareils de connexion, résistances, connexions, etc.) du circuit du rotor du démarreur peut varier. Ce fait peut être pris en compte lorsqu'on choisit le matériel et lorsqu'on l'installe.

4.2 Niveau d'isolement assigné

Le paragraphe 4.2 de la CEI 60694 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes.

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, le niveau d'isolement assigné est celui du stator.

NOTE Les niveaux d'isolement pour les systèmes à 2,5 kV et 5,0 kV sont respectivement 3,6 kV et 7,2 kV.

4.2.101 Tension d'isolation assignée du rotor

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, le niveau d'isolation assigné est celui des composants intégrés dans le circuit du rotor et de l'unité à laquelle ils appartiennent (connexions, résistances, enveloppe), et à laquelle font référence les essais diélectriques et les lignes de fuite.

4.2.102 Tension de démarrage assignée (U_{tap}) d'un démarreur à auto-transformateur

La tension de démarrage assignée (U_{tap}) d'un démarreur à auto-transformateur est la tension réduite dérivée du transformateur.

Les valeurs préférentielles pour la tension de démarrage assignée sont 50 %, 65 % ou 80 % de la tension assignée.

4.1 Rated voltage (U_r)

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

$$2,5 \text{ kV} - 3,6 \text{ kV} - 5,0 \text{ kV} - 7,2 \text{ kV} - 12 \text{ kV}$$

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

4.1.101 Rated rotor voltage (U_{ro})

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

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

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

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

4.2 Rated insulation level

Subclause 4.2 of IEC 60694 is applicable with the following additions.

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

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

4.2.101 Rated rotor insulation level

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

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

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

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

4.2.103 Tension de démarrage assignée (U_{tap}) d'un démarreur à réactance

La tension de démarrage assignée (U_{tap}) d'un démarreur à réactance est la tension réduite déduite de l'impédance de la réactance et du courant du moteur avant rotation.

Les valeurs préférentielles pour la tension de démarrage assignée sont 50 %, 65 % ou 80 % de la tension assignée.

4.3 Fréquence assignée (f_r)

La fréquence assignée est la fréquence pour laquelle l'appareil est conçu et à laquelle les autres caractéristiques correspondent. Les valeurs normalisées de la fréquence assignée sont 50 Hz et 60 Hz.

4.4 Courant assigné en service continu et échauffement

4.4.1 Courant assigné en service continu (I_r)

Normalement, il n'y a pas de courant assigné en service continu pour les contacteurs ou les démarreurs de moteurs. Quand un grand nombre de contacteurs ou de démarreurs sont combinés, le courant assigné du jeu de barres doit être conforme à la CEI 60298.

Voir également le courant thermique (4.4.101).

4.4.2 Echauffement

La CEI 60694 s'applique ainsi que la CEI 60282-1 en ce qui concerne les fusibles.

Le paragraphe 4.4.2 de la CEI 60694 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes:

Il est admis que des combinés de démarrage puissent être équipés de fusibles dont le type et les grandeurs assignées diffèrent de ceux utilisés dans les essais d'échauffement et cela peut changer le courant thermique du combiné. Pour tout cas particulier, le courant thermique du combiné doit être assigné par le constructeur du combiné. Pour plus d'informations, voir le guide d'application (article 8).

Un contacteur ou un démarreur est aussi défini par son courant et sa puissance d'emploi assignés. Voir 4.101.

4.4.101 Courant thermique (I_{th})

Le courant thermique est le courant maximal que peut supporter l'appareil de façon continue (voir 4.102.1) sans que l'échauffement des différentes parties ne dépasse les valeurs spécifiées en 6.5. La sélection dans la série R10 ne s'applique pas.

Comme, dans les démarreurs à auto-transformateur ou à réactance, l'auto-transformateur ou la réactance est soumis à la tension de manière intermittente, un échauffement maximal supérieur de 15 K aux limites données dans les normes des composants appropriées (par exemple la CEI 60076-2 ou la CEI 60726) est admis pour les bobinages du transformateur ou de la réactance quand le démarreur est manœuvré selon les spécifications de 4.102 et 4.111.

4.4.101.1 Courant thermique du stator (I_{ths})

Pour un démarreur rotorique à résistances, le courant thermique du stator est le courant maximal qu'il peut supporter en service continu sans que l'échauffement de ses différentes parties n'excède les limites spécifiées en 4.4.2 quand il est testé selon 6.5.3.

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

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

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

4.3 Rated frequency (f_r)

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

4.4 Rated normal current and temperature rise

4.4.1 Rated normal current (I_r)

A rated normal current is normally not assigned to the contactor or motor starter. When contactors or motor starters are combined into larger assemblies, the rated normal current of the connecting busbars shall be in accordance with IEC 60298.

See also thermal current (4.4.101).

4.4.2 Temperature rise

IEC 60694 applies and, as far as fuses are concerned, IEC 60282-1.

Subclause 4.4.2 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

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

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

4.4.101 Thermal current (I_{th})

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

Because, in an auto-transformer or reactor starter, the auto-transformer or reactor is energized only intermittently, a maximum temperature rise 15 K greater than the limits stated in the appropriate component standard (for example IEC 60076-2 or IEC 60726) is permissible for the windings of the transformer or reactor when the starter is operated according to the requirements of 4.102 and 4.111.

4.4.101.1 Stator thermal current (I_{ths})

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

4.4.101.2 Courant thermique du rotor (I_{thr})

Pour un démarreur rotorique à résistances, le courant thermique du rotor est le courant maximal que les parties du démarreur traversées par le courant du rotor en position MARCHE, c'est-à-dire après élimination des résistances, peuvent supporter en service continu sans que leur échauffement n'excède les limites spécifiées en 4.4.2 quand il est testé selon 6.5.3.

4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)

Le paragraphe 4.5 de la CEI 60694 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes.

Pour un contacteur ou un démarreur, le courant de courte durée admissible assigné est la valeur efficace du courant qui peut être appliqué en position fermée pendant un temps suffisamment long pour qu'un DPCC externe puisse fonctionner.

En alternative, la valeur du courant peut être attribuée pour l'emploi d'un DPCC spécifié. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de sélectionner la valeur dans la série R10. Pour un combiné, il s'agit de la valeur efficace présumée du courant.

4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)

Le paragraphe 4.6 de la CEI 60694 s'applique.

4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)

Le paragraphe 4.7 de la CEI 60694 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes.

En alternative, la durée pendant laquelle un contacteur ou un démarreur peut supporter son courant de court-circuit peut résulter du temps d'ouverture du DPCC spécifié.

4.8 Tension d'alimentation assignée des dispositifs de fermeture et d'ouverture, et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)

Le paragraphe 4.8 de la CEI 60694 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes.

Une tension d'alimentation de commande monophasée de 110 V est admise en plus de celles du tableau 5 de la CEI 60694.

NOTE 1 Pour des démarreurs munis de bobines fonctionnant un court instant comme celles utilisées dans les contacteurs à accrochage, les limites de fonctionnement feront l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La tension de retombée ne doit pas être supérieure à 75 %, ni (avec des contacts usés) inférieure à 10 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_a .

NOTE 2 La tension de retombée est la tension en dessous de laquelle les contacts de l'appareil changent d'état.

NOTE 3 La tension de fermeture est la tension au-dessus de laquelle les contacts de l'appareil changent d'état.

Les valeurs de fermeture et de retombée spécifiées ci-dessus s'appliquent quand la température des bobinages a atteint une valeur stabilisée correspondant à une application infinie de 100 % de U_a . Dans le cas de bobines à courant alternatif, les limites de tension s'appliquent à la fréquence assignée.

4.9 Fréquence d'alimentation assignée des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires

Le paragraphe 4.9 de la CEI 60694 s'applique.

4.4.101.2 Rotor thermal current (I_{thr})

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

4.5 Rated short-time withstand current (I_k)

Subclause 4.5 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

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

4.6 Rated peak withstand current (I_p)

Subclause 4.6 of IEC 60694 is applicable.

4.7 Rated duration of short circuit (t_k)

Subclause 4.7 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

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

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

Subclause 4.8 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

A single-phase control supply voltage of 110 V is recognized in addition to those in table 5 of IEC 60694.

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

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

NOTE 2 Drop-out voltage is the voltage below which the contacts of the device change state.

NOTE 3 Close voltage is the voltage above which the contacts of the device change state.

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

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

Subclause 4.9 of IEC 60694 is applicable.

4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour l'isolement et/ou la manœuvre

Le paragraphe 4.10 de la CEI 60694 s'applique.

4.101 Courant d'emploi assigné (I_e) ou puissance d'emploi assignée

Un courant d'emploi assigné pour les contacteurs ou les démarreurs est défini par le constructeur qui prend en compte la tension assignée (voir 4.1), la fréquence assignée (voir 4.3), les services assignés (voir 4.102), la catégorie d'emploi (voir 4.104), s'il y a lieu, et le type d'enveloppe de protection.

Dans le cas de contacteurs ou de démarreurs pour manœuvre directe de moteurs individuels, l'indication d'un courant d'emploi assigné peut être remplacée ou complétée par l'indication d'une puissance développée assignée maximale, à la tension assignée considérée, du moteur concerné. Le constructeur doit pouvoir indiquer la relation présumée entre le courant d'emploi et la puissance d'emploi, le cas échéant.

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, le courant d'emploi assigné se réfère au stator.

4.101.1 Courant rotorique d'emploi assigné (I_{er})

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, un courant rotorique d'emploi assigné est défini par le constructeur qui prend en compte la tension assignée du rotor (voir 4.1.101), le courant thermique du rotor, la fréquence assignée (voir 4.3), le service assigné (voir 4.102), les caractéristiques de démarrage (voir 4.111) et le type d'enveloppe de protection.

Le courant rotorique d'emploi assigné est égal au courant qui traverse les connexions du rotor quand celui-ci est court-circuité, que le moteur tourne à pleine charge et que le stator est alimenté à sa tension assignée et à sa fréquence assignée.

Quand la partie rotorique d'un démarreur rotorique à résistances est spécifiée séparément, l'indication du courant d'emploi assigné du rotor peut être complétée par la puissance développée assignée maximale pour les moteurs ayant la tension de rotor assignée considérée du moteur auquel cette partie du démarreur (système de commutation, connexions, relais, résistances) est destinée. Cette puissance varie, en particulier, avec le couple de décollage prévu et tient compte, en conséquence, des caractéristiques de démarrage (voir 4.111).

4.102 Services assignés

Les services assignés considérés comme normaux pour un contacteur ou un démarreur sont les suivants.

4.102.1 Service continu

Service pendant lequel les contacts principaux sont maintenus fermés tandis qu'un courant permanent les traverse sans interruption pendant une durée suffisante pour atteindre l'équilibre thermique.

4.102.2 Service périodique intermittent ou service intermittent

Service pendant lequel les contacts principaux sont maintenus fermés pendant des durées ayant une relation définie avec les durées pendant lesquelles ils ne sont parcourus par aucun courant, chacune de ces durées étant trop courte pour permettre à l'appareil d'atteindre l'équilibre thermique.

Le service intermittent est caractérisé par la valeur du courant, par la durée de passage du courant et par le coefficient de charge, qui est le rapport entre la durée du passage du courant et la durée totale, souvent exprimé en pourcentage.

4.10 Rated pressure of compressed gas supply for insulation and/or operation

Subclause 4.10 of IEC 60694 is applicable.

4.101 Rated operational current (I_e) or rated operational power

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

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

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

4.101.1 Rated rotor operational current (I_{er})

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

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

When the rotor part of a rheostatic rotor starter is rated separately, the indication of a rated rotor operational current may be supplemented by the maximum rated power output for motors having the rated rotor 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 4.111).

4.102 Rated duties

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

4.102.1 Continuous duty

Duty in which the main contacts remain closed whilst carrying a steady current without interruption for a period sufficient to reach thermal equilibrium.

4.102.2 Intermittent periodic duty or intermittent duty

Duty in which the main contacts remain closed for periods bearing a definite relation to the no-load periods, both periods being too short to allow the device to reach thermal equilibrium.

Intermittent duty is characterized by the value of the current, the duration of current flow and by the on-load factor, which is the ratio of the in-service period to the entire period, often expressed as a percentage.

Les valeurs normalisées du coefficient de charge sont 15 %, 25 %, 40 % et 60 %.

En fonction du nombre de cycles de manœuvres qu'ils sont capables d'effectuer par heure, les contacteurs et les démarreurs se répartissent selon les classes suivantes:

- Classe 1: jusqu'à un cycle de manœuvres par heure;
- Classe 3: jusqu'à trois cycles de manœuvres par heure;
- Classe 12: jusqu'à douze cycles de manœuvres par heure;
- Classe 30: jusqu'à trente cycles de manœuvres par heure;
- Classe 120: jusqu'à 120 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 300: jusqu'à 300 cycles de manœuvres par heure.

Un cycle de manœuvres est défini en 3.6.102.

NOTE 1 Dans le cas de démarreurs à service intermittent, la différence entre la constante de temps thermique du relais de surcharge et celle du moteur peut rendre inappropriée une protection contre les surcharges par relais thermique. Il est recommandé, pour les installations destinées à un service intermittent, de soumettre la question de la protection contre les surcharges à un accord entre constructeur et utilisateur.

NOTE 2 Des prescriptions particulières peuvent être envisagées en ce qui concerne les performances thermiques des DPCC dans des combinés soumis à un service intermittent.

4.102.3 Service temporaire

Service pendant lequel les contacts principaux sont maintenus fermés pendant des durées insuffisantes pour permettre au dispositif d'atteindre l'équilibre thermique, les périodes de passage du courant étant séparées par des périodes sans courant d'une durée suffisante pour que la température atteigne de nouveau la température du milieu de refroidissement.

Les valeurs normalisées de service temporaire sont 10 min, 30 min, 60 min et 90 min avec les contacts fermés.

4.103 Caractéristiques assignées de charge et de surcharge

4.103.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure assignés

Un contacteur ou un démarreur est défini par ses pouvoirs de fermeture et de coupure, comme spécifié dans le tableau 10, selon les catégories d'utilisation (voir 4.104). Pour les exigences dans le cas d'association avec des dispositifs de protection de court-circuit, voir 4.107.

4.103.1.1 Pouvoir de fermeture assigné

Le pouvoir de fermeture assigné d'un contacteur ou d'un démarreur est la valeur de courant, déterminée en condition établie, que l'appareil peut établir sans qu'il y ait soudure ni érosion anormale des contacts ou sans émission excessive de flammes, dans des conditions de fermeture spécifiées.

Le pouvoir de fermeture assigné est établi en fonction de la tension d'emploi assignée, du courant d'emploi assigné et de la catégorie d'emploi, selon le tableau 10.

Le pouvoir de fermeture assigné est exprimé par la valeur efficace de la composante alternative du courant.

NOTE La valeur de crête du courant pendant la première demi-période qui suit la fermeture du contacteur ou du démarreur peut être sensiblement plus grande que la valeur de crête du courant en condition établie, selon le facteur de puissance du circuit et l'instant de fermeture sur l'onde de tension.

Standard values of on-load factor are 15 %, 25 %, 40 % and 60 %.

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

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

An operating cycle is defined under 3.6.102.

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

NOTE 2 Special consideration may have to be given to the thermal performance of SCPDs in combinations subject to intermittent duty.

4.102.3 Temporary duty

Duty in which the main contacts remain closed for periods of time insufficient to allow the device to reach thermal equilibrium, the current-carrying periods being separated by no-load periods of sufficient duration to restore equality of temperature with the cooling medium.

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

4.103 Rated load and overload characteristics

4.103.1 Rated making and breaking capacities

A contactor or starter is defined by its making capacities and breaking capacities, as specified in table 10, in accordance with utilization categories (see 4.104). For requirements when used in combination with short-circuit protective devices see 4.107.

4.103.1.1 Rated making capacity

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

The rated making capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current, and to the utilization category, according to table 10.

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

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

Un contacteur ou un démarreur doit pouvoir se fermer sur un courant qui correspond à la composante alternative du courant qui définit son pouvoir de fermeture, quelle que soit la valeur de la composante continue, dans les limites qui résultent des valeurs de facteurs de puissance indiquées dans le tableau 10.

Le pouvoir de fermeture assigné n'est valable que si le fonctionnement du contacteur ou du démarreur s'effectue aux prescriptions de 4.8.

4.103.1.2 Pouvoir de coupure assigné

Le pouvoir de coupure assigné d'un contacteur ou d'un démarreur est la valeur de courant que l'appareil peut couper sans qu'il y ait érosion anormale des contacts ou émission excessive de flammes, dans des conditions de coupure spécifiées à la tension assignée.

Le pouvoir de coupure assigné est établi en fonction de la tension assignée, du courant d'emploi assigné et de la catégorie d'emploi, selon le tableau 10.

Un contacteur ou un démarreur doit pouvoir couper toute valeur du courant de charge jusqu'à son pouvoir de coupure le plus élevé, selon 4.104.

Si le contacteur ou le démarreur a un courant minimal de coupure, le constructeur doit indiquer son amplitude et son facteur de puissance.

Le pouvoir de coupure assigné est exprimé par la valeur efficace de la composante alternative du courant.

4.103.2 Aptitude à supporter les courants de surcharge

Les contacteurs et les démarreurs des catégories d'emploi AC-3 ou AC-4 doivent supporter les courants de surcharge du tableau 12, comme spécifié en 6.103.

4.104 Catégorie d'emploi

Les catégories d'emploi données dans le tableau 2 sont considérées comme normalisées dans la présente publication. Toute autre catégorie d'emploi doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur; toutefois, les informations données dans le catalogue ou l'offre du constructeur peuvent être considérées comme constituant un tel accord.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs de tension et de courant, exprimées en multiples du courant et de la tension d'emploi assignés, et par les facteurs de puissance comme indiqué dans le tableau 10 et autres conditions d'essai données dans la définition des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés.

Pour les contacteurs et les démarreurs définis par leur catégorie d'emploi, il n'est donc pas nécessaire de spécifier séparément les pouvoirs de fermeture et de coupure assignés car ces valeurs dépendent directement de la catégorie d'emploi, comme indiqué dans le tableau 10.

Les catégories d'emploi du tableau 10 correspondent aux applications listées dans le tableau 2.

La tension pour toutes les catégories d'emploi est la tension assignée du contacteur ou du démarreur, sauf pour les démarreurs rotoriques à résistances pour lesquels c'est la tension assignée du stator.

Tous les démarreurs directs appartiennent à la catégorie d'emploi AC-3 ou AC-4.

A contactor or starter shall be capable of closing on a current corresponding to the a.c. component of the current that defines its making capacity, whatever the value of the d.c. component may be, within the limits that result from power factors indicated in table 10.

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

4.103.1.2 Rated breaking capacity

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

The rated breaking capacity is stated by reference to the rated voltage and rated operational current, and to the utilization category, according to table 10.

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

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

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

4.103.2 Ability to withstand overload currents

Contactors or starters with utilization categories AC-3 or AC-4 shall withstand the overload currents given in table 12 as specified in 6.103.

4.104 Utilization category

The utilization categories as given in table 2 are considered standard in this publication. Any other type of utilization category shall be based on agreement between manufacturer and user, 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 and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and of the rated voltage, and by the power factors as shown in table 10 and other test conditions used in the definitions of the rated making and breaking capacities.

For contactors or starters defined by their utilization category, it is therefore unnecessary to specify separately the rated making and breaking capacities, as those values depend directly on the utilization category as shown in table 10.

The utilization categories of table 10 correspond to the applications listed in table 2.

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

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

Tous les démarreurs à auto-transformateur à deux étapes appartiennent à la catégorie d'emploi AC-3.

Le contacteur du stator des démarreurs rotoriques à résistances appartient à la catégorie d'emploi AC-2.

Tableau 2 – Catégories d'emploi

Catégorie	Application typique
AC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistance
AC-2	Démarrage et inversion – moteurs à bague
AC-3	Démarrage et arrêt des moteurs en marche – moteurs à induction à cages
AC-4	Démarrage, inversion et marche par à-coups – moteurs à induction à cages
NOTE Les utilisations de démarreurs ou de contacteurs pour la manœuvre de circuits rotoriques, de condensateurs ou de transformateurs doivent faire l'objet d'un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur	

Les conditions typiques de service pour les démarreurs (voir figure 1) sont:

- un sens de rotation avec le moteur déconnecté pendant qu'il fonctionne dans des conditions normales de service (catégories d'emploi AC-2 et AC-3);
- deux sens de rotation, mais avec un fonctionnement dans le deuxième sens réalisé après que le démarreur ait été déconnecté et que le moteur soit complètement stoppé (catégories d'emploi AC-2 et AC-3);
- un sens de rotation ou deux sens de rotation comme au point b), mais avec la possibilité de marche par à-coups (pas à pas) avec une fréquence faible. Pour cette condition de service, des démarreurs directs sont généralement utilisés (catégorie d'emploi AC-3);
- un sens de rotation avec une marche par à-coups fréquente (pas à pas). En général, on utilise pour ce service, des démarreurs directs (catégorie d'emploi AC-4);
- un ou deux sens de rotation, mais avec une possibilité d'inversion pour arrêt à faible fréquence, la connexion étant associée, si disponible, avec la résistance de freinage du rotor (en inversant le démarreur avec le freinage). On utilise généralement un démarreur rotorique à résistances pour cette condition de service (catégorie d'emploi AC-2);
- deux sens de rotation, mais avec la possibilité d'inverser les connexions d'alimentation du moteur pendant qu'il tourne dans le premier sens (plugging), dans le but de le faire tourner dans l'autre sens, et en le déconnectant de sa position en conditions normales de service. On utilise généralement des démarreurs inverseurs directs pour ces conditions de service (catégorie d'emploi AC-4).

Sauf indication contraire, les démarreurs sont conçus en fonction des caractéristiques de démarrage des moteurs (voir tableau 3) compatibles avec les pouvoirs de fermeture du tableau 10. Quand le courant de démarrage d'un moteur, rotor bloqué, dépasse ces valeurs, il convient que le courant d'emploi soit réduit en conséquence.

4.105 Endurance mécanique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure mécanique, un contacteur ou un démarreur est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres hors charge (c'est-à-dire sans courant sur les contacts principaux) qu'il peut effectuer sans qu'il soit nécessaire de changer une partie quelconque.

Les valeurs préférentielles du nombre de cycles de manœuvres hors charge, exprimées en millions, sont: 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 1 et 3.

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

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

Table 2 – Utilization categories

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

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

- one direction of rotation with the motor being switched off during running in normal service conditions (utilization categories AC-2 and AC-3);
- 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);
- 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);
- one direction of rotation with frequent inching (jogging). Usually direct-on-line starters (utilization category AC-4) are used for this duty;
- 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);
- two directions of rotation, but with the possibility of reversing the supply connections to the motor while it is running in the first direction (plugging), in order to obtain its rotation in the other direction, with switching off the motor running in normal service conditions. Usually a direct-on-line reversing starter is used for this duty condition (utilization category AC-4).

Unless otherwise stated, starters are designed on the basis of the starting characteristics of the motors (see table 3) compatible with the making capacities of table 10. When the starting current of a motor, with stalled rotor, exceeds these values, the operational current should be decreased accordingly.

4.105 Mechanical endurance

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

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

Si aucune endurance mécanique n'est donnée par le constructeur, la classe de service intermittent implique une endurance mécanique minimale qui correspond à 8 000 h de fonctionnement à la fréquence de cycles de manœuvres la plus élevée.

4.106 Endurance électrique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure électrique, un contacteur ou un démarreur est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge, correspondant aux conditions de service du tableau 14, qu'il peut effectuer sans réparation ou remplacement.

Pour la catégorie AC-3, le constructeur doit donner sur demande le nombre de cycles de manœuvres en charge que l'on peut effectuer sans réparation ou remplacement pour les conditions de service correspondantes du tableau 14 (voir 6.107).

4.107 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits

Les contacteurs et les démarreurs sont caractérisés par le type, les grandeurs assignées et les caractéristiques des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC), par exemple fusibles limiteurs de courant, à utiliser pour assurer la sélectivité en surintensité de courant entre le démarreur et le DPCC, et une protection adéquate du contacteur ou du démarreur contre les courants de court-circuit. Les exigences sont données en 6.6, 6.104 et 6.106 de cette norme.

- a) Pour un contacteur ou un démarreur qui n'est pas équipé de protection contre les courts-circuits, les informations suivantes doivent être données par le constructeur pour permettre la réalisation de la coordination:
 - le plus grand courant coupé limité du DPCC prévu pour le combiné;
 - le pouvoir de coupure maximal en court-circuit;
 - le courant présumé de courte durée admissible maximal et sa durée, ou l'intégrale de Joule que le contacteur ou le démarreur peut supporter;
 - la valeur de crête maximale du courant présumé admissible.

Voir 6.6 et 6.104.

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit ne doit pas être limité à la série R10.

- b) Le constructeur du DPCC doit indiquer
 - la valeur de crête maximale du courant et l'intégrale de Joule maximale que laisse passer le DPCC en fonction du courant de court-circuit;
 - les caractéristiques temps courant du DPCC.
- c) Pour les contacteurs ou les démarreurs équipés de DPCC, le constructeur doit donner les informations suivantes pour permettre la réalisation d'un type donné de coordination:
 - types et caractéristiques des dispositifs de coordination;
 - type de coordination, (voir 4.107.3);
 - pouvoir de coupure assigné en court-circuit (I_{sc});
 - pouvoir de fermeture assigné en court-circuit (I_{ma}).

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est le plus grand courant de court-circuit présumé que le combiné doit être capable de couper, dans les conditions d'utilisation et de comportement prescrites dans la présente norme, dans un circuit dont la tension de rétablissement à fréquence industrielle correspond à la tension assignée du combiné. Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit doit être sélectionné dans la série R10.

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

4.106 Electrical endurance

With respect to its endurance against electrical wear, a contactor or starter is characterized by the number of on-load operating cycles, corresponding to the service conditions given in table 14, which can be made without repair or replacement.

For category AC-3, the manufacturer shall state, on request, the number of on-load operating cycles which can be made without any repair or replacement for the corresponding service conditions of table 14 (see 6.107).

4.107 Coordination with short-circuit protective devices

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

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

See 6.6 and 6.104.

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

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

The rated short-circuit breaking current is the highest prospective short-circuit current which the combination shall be capable of breaking, under the conditions of use and behaviour prescribed in this standard, in a circuit having a power frequency recovery voltage corresponding to the rated voltage of the combination. The rated short-circuit breaking current shall be selected from the R10 series.

Le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit est la valeur de crête maximale du courant présumé que le combiné doit être capable d'établir, dans les conditions d'utilisation et de comportement définies dans la présente norme, dans un circuit dont la tension à fréquence industrielle correspond à la tension assignée du combiné.

La vérification de la coordination est effectuée selon 6.106.

NOTE 1 Il est admis que l'impédance série d'un combiné ou le fonctionnement rapide des fusibles ou de l'appareil de coupure peut conduire à l'un ou aux deux effets suivants:

- a) une réduction du courant de court-circuit jusqu'à une valeur sensiblement plus petite que celle qu'il aurait atteint autrement;
- b) un fonctionnement tellement rapide que l'onde de courant de court-circuit est déformée par rapport à sa forme initiale.

C'est la raison pour laquelle le terme «courant présumé» est utilisé quand on évalue les performances de coupure ou de fermeture.

NOTE 2 Un combiné donné avec un contacteur ou un démarreur et un DPCC peut se conformer à plus d'un type de coordination selon les différentes valeurs du courant de court-circuit assigné.

4.107.1 Exigences générales pour la coordination

Le DPCC doit être placé du côté de l'alimentation du contacteur ou du démarreur, et avoir un pouvoir de coupure en court-circuit au moins égal au courant de court-circuit présumé au point de raccordement. Cette exigence doit être vérifiée en se référant aux résultats des essais de pouvoir de coupures effectués sur le DPCC conformément à la spécification applicable.

Le DPCC ne doit pas fonctionner à la place de l'appareil de coupure pour des courants inférieurs au niveau maximal de surcharge en service normal (y compris le courant de moteur bloqué). Cette exigence doit être vérifiée en se référant aux résultats des essais en surcharge effectués séparément sur le DPCC conformément à la spécification applicable.

Pour les courants égaux aux courants de coupure des contacteurs ou démarreurs donnés dans le tableau 10 pour la catégorie d'emploi AC-3, les informations fournies par le constructeur du DPCC doivent permettre de vérifier que le DPCC peut supporter ces courants pendant des durées au moins égales au temps d'ouverture du relais de surcharge correspondant.

Pour toutes les valeurs de surintensité pour lesquelles on peut utiliser le combiné, le contacteur ou le démarreur, y compris le DPCC, s'il est intégré, doit fonctionner de façon telle que les manifestations extérieures (comme l'émission de flammes ou de gaz chauds) ne dépassent pas un périmètre de sécurité défini par le constructeur du démarreur. Si le DPCC est séparé du démarreur, il doit fonctionner conformément à ses spécifications applicables.

4.107.2 Courant d'intersection pour les combinés commandés par déclencheur

Valeur du courant triphasé symétrique utilisé dans la séquence d'essais C (voir 6.106.3.3).

4.107.3 Coordination et classification des dommages acceptables

Pour les courants qui dépassent le courant maximal d'intersection du démarreur défini en 6.106.3.3, le passage du courant dans le contacteur ou le démarreur pendant le temps de coupure peut endommager l'appareil de connexion. Plusieurs types d'appareils sont normalisés selon le niveau de dommage acceptable. Le type de coordination doit être vérifié par les essais définis en 6.106.

Type a – Tout type de dommage est autorisé (à l'exclusion des dommages externes à l'enveloppe le cas échéant) de manière à rendre nécessaire le remplacement de l'appareil dans son ensemble ou le remplacement de pièces essentielles en plus de celles listées dans la coordination de type b.

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

The verification of coordination is carried out according to 6.106.

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

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

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

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

4.107.1 General requirements for coordination

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

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

For currents equal to the breaking currents of the contactor or starter indicated in table 10 for AC-3 utilization category, it shall be verified from information supplied by the manufacturer of the SCPD that the latter is able to withstand those currents for times at least equal to the corresponding tripping time of the overload relays.

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

4.107.2 Take-over current for release-operated combinations

The value of the three-phase symmetrical current used for test duty C (see 6.106.3.3).

4.107.3 Coordination and acceptable damage classification

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

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

Type b – Les caractéristiques du relais de surcharge du démarreur peuvent être altérées de manière permanente. Les autres dommages doivent être limités aux contacts principaux et/ou à la chambre de coupure du démarreur, qui peuvent nécessiter un remplacement ou de l'attention.

Type c – Les dommages doivent être limités aux contacts principaux du démarreur (qui peuvent nécessiter un remplacement ou la cassure des soudures).

Les cas d'applications qui n'entraînent pratiquement aucun risque de soudure des contacts sont soumis à un accord entre constructeur et utilisateur, et ne sont pas couverts par cette norme.

Pour les courants ne dépassant pas le courant d'intersection maximal, il ne doit pas y avoir de dommages matériels, et le contacteur ou le démarreur doit en conséquence pouvoir fonctionner normalement.

4.108 Types et caractéristiques des dispositifs automatiques d'inversion et des dispositifs automatiques de commande d'accélération

4.108.1 Types

- a) Dispositifs à temporisation, par exemple relais temporisé de contacteur (voir CEI 60947-5-1) utilisé pour les dispositifs de contrôle ou les relais tout-ou-rien à temps spécifié (voir CEI 61812-1)
- b) Dispositifs à minimum de courant (relais à minimum de courant)
- c) Autres dispositifs de commande automatiques d'accélération:
 - dispositifs dépendant de la tension
 - dispositifs dépendant de la puissance
 - dispositifs dépendant de la vitesse

4.108.2 Caractéristiques

- a) Les caractéristiques des dispositifs à temporisation sont
 - la temporisation assignée, ou la plage de temporisation si celle-ci est réglable;
 - la tension assignée, dans le cas des dispositifs à temporisation comprenant une bobine, si la tension diffère de celle du démarreur.
- b) Les caractéristiques des dispositifs à minimum de courant sont
 - le courant assigné (courant thermique et/ou courant de courte durée admissible, selon les indications données par le constructeur);
 - le réglage d'intensité, ou sa plage pour les dispositifs réglables.
- c) Les caractéristiques des autres dispositifs doivent être fixées par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

4.109 Types et caractéristiques des auto-transformateurs ou réactances de démarrage

Les caractéristiques de démarrage étant prises en compte (voir 4.111), les auto-transformateurs ou les réactances doivent être caractérisés par

- la tension assignée;
- le nombre de prises disponibles pour ajuster le couple et le courant de démarrage;
- la tension de démarrage, c'est-à-dire la tension aux bornes des prises, exprimée en pourcentage de la tension assignée;
- les courants qu'ils peuvent supporter pendant un temps spécifié;
- le service assigné (voir 4.102);
- la méthode de refroidissement (par air, par huile).

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

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

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

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

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

4.108.1 Types

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

4.108.2 Characteristics

- a) The characteristics of time-delay devices are
 - the rated time-delay, or range of time-delay 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.

4.109 Types and characteristics of starting auto-transformers or reactors

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

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

Les auto-transformateurs ou les réactances peuvent être

- soit intégrés dans le démarreur, auquel cas l'échauffement résultant doit être pris en compte pour déterminer les grandeurs assignées du démarreur;
- soit fournis séparément, auquel cas la nature et les dimensions des connexions doivent être spécifiées par accord entre le constructeur du transformateur ou de la réactance et le constructeur du démarreur.

4.110 Types et caractéristiques des résistances de démarrage pour les démarreurs rotoriques à résistances

Les caractéristiques de démarrage étant prises en compte (voir 4.111) les résistances de démarrage doivent être caractérisées par

- la tension d'isolation assignée du rotor;
- leur valeur de résistance;
- le courant thermique, défini comme étant le courant permanent qu'elles peuvent supporter pendant un temps spécifié;
- le service assigné (voir 4.102);
- la méthode de refroidissement (par exemple convection naturelle, ventilation forcée, immersion dans l'huile).

Les résistances de démarrage peuvent être

- soit intégrées dans le démarreur, auquel cas l'échauffement résultant doit être limité, de manière à ne pas endommager les autres parties du démarreur;
- soit fournies séparément, auquel cas la nature et les dimensions des connexions doivent être définies par accord entre le constructeur des résistances et le constructeur du démarreur.

4.111 Caractéristiques dépendant du type de démarreur

Le tableau 3 indique les caractéristiques pour les différents types de démarreurs. Il convient de les considérer comme typiques mais, pour certaines applications, il peut y avoir des exigences de démarrage très spécifiques.

The auto-transformer or reactor can be

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

4.110 Types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters

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

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

The starting resistors can be

- either built-in into the starter, in which case the resulting temperature rise has to be limited, in order not to cause any damage to the other parts of the starter, or
- provided separately, in which case the nature and dimensions of the connecting links have to be specified by agreement between the manufacturer of the resistors and the manufacturer of the starter.

4.111 Characteristics dependent on starter type

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

Tableau 3 – Caractéristiques dépendant du type de démarreur

Type de démarreur	Catégorie d'emploi	Nombre d'étapes	Puissance	Cycle de service		U_{ro}	$I_{er}^{1)}$	Refroidissement	Couple rotor bloqué $T_{lr}^{2)}$	Courant rotor bloqué I_{lr}	$U_{tap}^{3)}$
				Temps de démarrage	No. /h						
1. Direct	AC-3, AC-4	1	x		x						
2. Inverseur	AC-4	1	x		x						
3. A deux directions	AC-2, AC-3	1	x		x						
4. kVA réduits											
Rhéostatique	AC-2, AC-3	n ⁵⁾	x	x	x	x	x	x	x		
Auto-transformateur	AC-3	2	x	x	x ⁴⁾			x			x
Réactance	AC-3	2	x	x	x ⁴⁾			x	x	x	x
I_{er} Courant rotorique d'emploi assigné (voir 4.101.1) U_{ro} Tension rotorique assignée (voir 4.1.101) U_{tap} Tension de prise (voir 4.2.102 et 4.2.103)											
1) Information normalement fournie par le constructeur du moteur. 2) A fournir par le constructeur du démarreur. Les valeurs normalisées sont 70 %, 100 %, 150 % et 200 % du couple assigné T_e . 3) Les valeurs normalisées sont 50 %, 65 % et 80 %. 4) Deux démarrages à 30 s d'intervalle, suivis par le refroidissement jusqu'à la température de l'air ambiant, sauf spécification contraire. 5) Pour la plupart des applications, entre deux et six étapes de démarrage conviennent selon le couple de la charge, l'inertie et la sévérité du démarrage requis.											

5 Conception et construction

5.1 Prescriptions pour les liquides

Le paragraphe 5.1 de la CEI 60694 s'applique.

5.2 Prescriptions pour les gaz

Le paragraphe 5.2 de la CEI 60694 s'applique.

5.3 Mise à la terre

Le paragraphe 5.3 de la CEI 60694 s'applique avec les modifications suivantes.

5.3.101 Mise à la terre du circuit principal

Le paragraphe 5.3.1 de la CEI 60694 s'applique.

5.3.102 Mise à la terre de l'enveloppe

Le paragraphe 5.3.2 de la CEI 60694 s'applique.

5.3.103 Mise à la terre des appareils de connexion

Les parties conductrices exposées (par exemple le châssis, la structure et les parties fixes des enveloppes métalliques) autres que celles qui ne peuvent constituer un danger doivent être électriquement reliées entre elles et raccordées à une borne de terre de protection destinée à être raccordée à une prise de terre ou à un conducteur de protection externe.

Table 3 – Characteristics dependent on starter type

Type of starter	Utilization category	Number of steps	Power	Duty cycle		U_{ro}	$I_{er}^{1)}$	Cooling	Locked rotor torque $T_{lr}^{2)}$	Locked rotor current I_{lr}	$U_{tap}^{3)}$
				Start time	No. /h						
1. Direct-on-line	AC-3, AC-4	1	x		x						
2. Reversing	AC-4	1	x		x						
3. Two-direction	AC-2, AC-3	1	x		x						
4. Reduced kVA											
Rheostatic	AC-2, AC-3	n ⁵⁾	x	x	x	x	x	x	x	x	
Auto-transformer	AC-3	2	x	x	x ⁴⁾			x			x
Reactor	AC-3	2	x	x	x ⁴⁾			x	x	x	x
I_{er} Rated rotor operational current (see 4.101.1) U_{ro} Rated rotor voltage (see 4.1.101) U_{tap} Tap voltage (see 4.2.102 and 4.2.103)											
¹⁾ Information usually supplied by the motor manufacturer. ²⁾ To be supplied to the starter manufacturer. Standard values are 70 %, 100 %, 150 % and 200 % of the rated torque T_e . ³⁾ Standard values are 50 %, 65 % and 80 %. ⁴⁾ Two starts at 30 s intervals, followed by cooling to ambient, assumed unless otherwise specified. ⁵⁾ For most applications, between two and six starting steps are adequate depending upon load torque, inertia and the severity of the start required.											

5 Design and construction

5.1 Requirements for liquids

Subclause 5.1 of IEC 60694 is applicable.

5.2 Requirements for gases

Subclause 5.2 of IEC 60694 is applicable.

5.3 Earthing

Subclause 5.3 of IEC 60694 is applicable with the following modifications.

5.3.101 Earthing of the main circuit

Subclause 5.3.1 of IEC 60298 is applicable.

5.3.102 Earthing of the enclosure

Subclause 5.3.2 of IEC 60298 is applicable.

5.3.103 Earthing of switching devices

The exposed conductive parts (for example chassis, framework and fixed parts of metal enclosures), other than those which cannot constitute a danger, shall be electrically inter-connected and connected to a protective earth terminal for connection to an earth electrode or to an external protective conductor.

Cette exigence peut être satisfaite par les constituants normaux de la structure assurant une continuité électrique adéquate et s'applique que l'équipement soit utilisé tel quel ou incorporé dans un ensemble. Tout point de connexion doit être marqué avec le symbole «terre de protection», comme indiqué par le symbole 5019 de la CEI 60417.

5.4 Equipements auxiliaires et de commande

Le paragraphe 5.4 de la CEI 60694 s'applique avec la modification suivante.

Pour les gammes de manœuvres des dispositifs principaux, auxiliaires et de commande, voir 4.8 de la présente norme.

5.5 Manœuvre à source d'énergie extérieure

Le paragraphe 5.5 de la CEI 60694 s'applique avec la modification suivante.

Un contacteur ou un démarreur conçu pour des manœuvres avec une source d'énergie extérieure doit pouvoir établir et couper son courant de court-circuit assigné (le cas échéant) quand la tension de l'alimentation du dispositif de manœuvre a la valeur la plus basse de celles spécifiées en 4.8. Si un temps maximal de fermeture et d'ouverture est donné par le constructeur, ce temps ne doit pas être dépassé.

5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie

Le paragraphe 5.6 de la CEI 60694 ne s'applique pas.

5.7 Manœuvre manuelle indépendante

Le paragraphe 5.7 de la CEI 60694 ne s'applique pas.

5.8 Fonctionnement des déclencheurs

Les paragraphes 5.8.2 à 5.8.4 de la CEI 60694 s'appliquent avec les dispositions complémentaires suivantes.

Pour les types et les caractéristiques des relais et déclencheurs, voir 5.101 de cette norme.

NOTE Dans le reste de cette norme, il convient que le terme «relais de surcharge» soit utilisé pour désigner un relais de surcharge ou un déclencheur de surcharge, selon le cas.

5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance basse et haute pression

Le paragraphe 5.9 de la CEI 60694 s'applique.

5.10 Plaques signalétiques

Le paragraphe 5.10 de la CEI 60694 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes.

Chaque contacteur ou démarreur doit être livré avec une plaque signalétique donnant les indications suivantes, marquées de façon durable, et placée à un endroit tel que ces indications soient visibles et lisibles quand le contacteur ou le démarreur est installé:

NOTE Dans le cas de contacteurs ou de démarreurs conçus comme appareils débrochables ou amovibles pour être intégrés dans des appareillages de commutation et de commande assemblés en usine, il est nécessaire que ces plaques soient visibles uniquement après que ces appareils ont été débrochés ou retirés.

- a) nom du constructeur ou marque commerciale;
- b) désignation du type ou numéro de série;
- c) fréquence assignée (f_r), par exemple ~ 50 Hz;

This requirement can be met by the normal structural parts providing adequate electrical continuity and applies whether the equipment is used on its own or incorporated in an assembly. Any connecting point shall be marked with the "protective earth" symbol, as indicated by symbol 5019 of IEC 60417.

5.4 Auxiliary and control equipment

Subclause 5.4 of IEC 60694 is applicable with the following modification.

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

5.5 Dependent power operation

Subclause 5.5 of IEC 60694 is applicable with the following modification.

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

5.6 Stored energy operation

Subclause 5.6 of IEC 60694 does not apply.

5.7 Independent manual operation

Subclause 5.7 of IEC 60694 does not apply.

5.8 Operation of releases

Subclauses 5.8.2 to 5.8.4 of IEC 60694 are applicable with the following addition.

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

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

5.9 Low- and high-pressure interlocking and monitoring devices

Subclause 5.9 of IEC 60694 is applicable.

5.10 Nameplates

Subclause 5.10 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

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

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

- a) the manufacturer's name or trade mark;
- b) type designation or serial number;
- c) rated frequency (f_r), for example ~ 50 Hz;

- d) tension assignée (U_r) (voir 4.1);
- e) courant d'emploi assigné (I_e) ou puissance d'emploi assignée (voir 4.101);
- f) classe d'altitude.

Les courants d'emploi assignés et les puissances d'emploi assignées (voir 4.101) ainsi que les autres valeurs requises pour les besoins d'application doivent être mis à disposition par le constructeur, raison pour laquelle la désignation du type ou le numéro de série sont des éléments essentiels des indications de la plaque signalétique.

Si la place disponible sur la plaque signalétique est insuffisante pour recevoir toutes les informations ci-dessus, le contacteur ou le démarreur doit avoir au minimum les informations des points a) et b). Dans ce cas, les informations complètes doivent être portées ailleurs sur l'équipement.

Les informations suivantes concernant les bobines de commande du contacteur ou du démarreur doivent être placées soit sur chaque bobine, soit sur le dispositif:

- g) indication «c.c.» (ou symbole ---) ou valeur de la fréquence assignée, par exemple $\sim 50 \text{ Hz}$;
- h) tension assignée de la bobine.

Les bobines des dispositifs de commande doivent avoir un marquage de référence permettant d'obtenir du constructeur les informations complètes.

5.11 Verrouillages

Le paragraphe 5.11 de la CEI 60694 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes.

Des exigences complémentaires concernant le verrouillage dans les combinés sont spécifiées en 5.106 de la CEI 60298. Les contacteurs inverseurs ou tout autre arrangement de deux ou plusieurs contacteurs qui pourrait provoquer un défaut entre phases s'ils étaient fermés simultanément doivent être verrouillés mécaniquement et électriquement pour interdire cette possibilité.

5.12 Indicateur de position

Quand des indicateurs de positions sont spécifiés, le paragraphe 5.12 de la CEI 60694 s'applique.

5.13 Degrés de protection procurés par les enveloppes

Le paragraphe 5.13 de la CEI 60694 s'applique.

5.14 Lignes de fuite

Le paragraphe 5.14 de la CEI 60694 ne s'applique pas.

5.15 Etanchéité aux gaz et au vide

Le paragraphe 5.15 de la CEI 60694 s'applique.

5.16 Etanchéité aux liquides

Le paragraphe 5.16 de la CEI 60694 s'applique.

5.17 Inflammabilité

Le paragraphe 5.17 de la CEI 60694 s'applique.

- d) rated voltage (U_r) (see 4.1);
- e) rated operational current (I_e) or power (see 4.101);
- f) altitude class.

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

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

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

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

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

5.11 Interlocking devices

Subclause 5.11 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

Further requirements for interlocking of a combination are specified in 5.106 of IEC 60298. Reversing contactors, and any other arrangement of two or more contactors that would cause a line-to-line fault if they were in the closed position at the same time, shall be mechanically and electrically interlocked to preclude this condition.

5.12 Position indication

Where position indicators are required, subclause 5.12 of IEC 60694 is applicable.

5.13 Degrees of protection by enclosures

Subclause 5.13 of IEC 60694 is applicable.

5.14 Creepage distances

Subclause 5.14 of IEC 60694 does not apply.

5.15 Gas and vacuum tightness

Subclause 5.15 of IEC 60694 is applicable.

5.16 Liquid tightness

Subclause 5.16 of IEC 60694 is applicable.

5.17 Flammability

Subclause 5.17 of IEC 60694 is applicable.

5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 5.18 de la CEI 60694 s'applique avec les dispositions complémentaires suivantes.

Les émissions causées par les manœuvres de commutation sont de courte durée, de l'ordre de la milliseconde. La fréquence, le niveau et les conséquences de telles émissions sont considérés comme faisant partie de l'environnement électromagnétique normal de l'appareillage. Par conséquent, de telles émissions ne doivent pas être considérées comme des perturbations électromagnétiques.

5.101 Types de relais ou de déclencheurs

Les types de déclencheurs suivants sont reconnus:

- a) déclencheur à bobine shunt (déclencheur shunt);
- b) relais ou déclencheur à baisse de tension;
- c) relais temporisé de surcharge, la temporisation étant
 - 1) pratiquement indépendante de la charge précédente (par exemple relais magnétique de surcharge à temporisation),
 - 2) dépendante de la charge précédente (par exemple relais thermique de surcharge),
 - 3) dépendante de la charge précédente (par exemple relais thermique de surcharge) et également sensible aux défauts de phase;
- d) relais ou déclencheur instantanés à maximum de courant (le cas échéant);
- e) autres types de relais ou déclencheurs (par exemple relais de déséquilibre de phase).

5.101.1 Caractéristiques

- a) Déclencheur shunt et relais ou déclencheur d'ouverture à baisse de tension:
 - tension assignée;
 - fréquence assignée.
- b) Relais de surcharge:
 - courant de pleine charge du moteur associé ou courant ultime de déclenchement (voir 5.101.5.1);
 - fréquence assignée (si nécessaire);
 - réglage d'intensité (ou plage de réglages);
 - caractéristiques temps-courant (ou plage de caractéristiques), si nécessaire;
 - nombre de pôles;
 - nature du relais: par exemple thermique ou magnétique.

NOTE Selon la nature du relais, les conditions d'ouverture sont données en 5.101.5.1.

Dans le cas d'un démarreur rotorique à résistances, le relais de surcharge est généralement inséré dans le circuit du stator. En conséquence, le circuit du rotor et plus précisément les résistances (souvent plus fragiles que le rotor lui-même ou que les dispositifs de commutation dans le cas de mauvais démarrage) ne sont pas efficacement protégées; il convient que la protection du circuit rotorique fasse l'objet d'un accord spécifique entre le constructeur et l'utilisateur.

Pour les démarreurs à résistances, le relais de surcharge doit être connecté au circuit du stator. Des dispositions particulières peuvent être prises pour protéger les contacteurs et les résistances du rotor contre les suréchauffements si cela est exigé par l'utilisateur.

5.18 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 5.18 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

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

5.101 Types of relay or release

The following types of release are recognized:

- a) release with shunt coil (shunt release);
- b) under-voltage relay or release;
- c) overload time-delay relay, the time-lag of which is
 - 1) substantially independent of previous load (for example time-delay magnetic overload relay),
 - 2) dependent on previous load (for example thermal overload relay),
 - 3) dependent on previous load (for example thermal overload relay) and also sensitive to phase failure;
- d) instantaneous over-current relay or release (when applicable);
- e) other relays or releases (for example phase unbalance relay).

5.101.1 Characteristics

- a) Release with shunt coil and under-voltage opening relay or release:
 - rated voltage;
 - rated frequency.
- b) Overload relay:
 - either the associated motor full-load current, or the ultimate trip current (see 5.101.5.1);
 - rated frequency (when necessary);
 - current setting (or range of settings);
 - time-current characteristics (or range of characteristics), when necessary;
 - number of poles;
 - nature of the relay, for example thermal or magnetic.

NOTE Depending on the nature of the relay, the opening conditions are given in 5.101.5.1.

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.

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.

Dans le cas de démarreurs à auto-transformateurs à deux étapes, l'auto-transformateur de démarrage est normalement conçu pour servir seulement pendant la période de démarrage. En conséquence, il ne peut pas être protégé efficacement par le relais de surcharge dans le cas d'un démarrage défaillant. Il convient que la protection de l'auto-transformateur fasse l'objet d'un accord spécifique entre le constructeur et l'utilisateur.

Quand les démarreurs sont utilisés dans des conditions où un suréchauffement des résistances ou des transformateurs de démarrage représente un risque inhabituel, il est recommandé d'équiper l'appareil d'un dispositif approprié qui coupe le démarreur automatiquement avant que les températures atteignent des valeurs dangereuses.

5.101.2 Désignation et réglage d'intensité des relais à maximum de courant

Les relais de surcharge sont désignés par leur type et par leur réglage d'intensité. Un relais de surcharge est dit de :

Type 1 – si le réglage d'intensité se réfère au courant de pleine charge du moteur associé (voir point a) de 5.101.5.1.1);

Type 2 – si le réglage d'intensité est le courant ultime de déclenchement (voir point b) de 5.101.5.1.1).

Les deux types sont désignés par leur réglage d'intensité (ou par les valeurs maximales et minimales de la plage des réglages d'intensité si le dispositif est ajustable).

Le réglage d'intensité (ou la plage des réglages d'intensité) doit être marqué ou affiché sur le relais de surcharge ou sur son échelle. Le marquage peut être directement en ampères ou bien fonction de la valeur du courant marquée sur le relais ou sur les corps de chauffe, s'ils sont remplaçables.

Cependant, si le réglage d'intensité est influencé par les conditions d'emploi ou par d'autres facteurs qui ne peuvent être marqués par avance sur le relais, alors le relais ou toute partie du relais qui est interchangeable (par exemple corps de chauffe ou transformateurs de courant) doivent porter un numéro ou une marque d'identification qui permet d'obtenir les informations pertinentes auprès du constructeur ou dans son catalogue ou, de préférence, dans les informations fournies avec le démarreur.

Dans le cas de relais indirects de surcharge (commandés par transformateur de courant), le marquage peut faire référence au courant primaire du transformateur de courant qui les alimente ou réglage d'intensité des relais de surcharge. Dans les deux cas, le rapport de transformation du transformateur de courant doit être indiqué.

5.101.3 Caractéristiques temps-courant des relais de surcharge

Les caractéristiques temps-courant doivent être données sous forme de courbes par le constructeur. Ces courbes doivent indiquer comment le temps de déclenchement varie avec le courant, en partant de l'état froid (voir 5.101.4), jusqu'à une valeur supérieure à au moins sept fois le courant de pleine charge du moteur auquel le relais est destiné ou au courant d'intersection de 6.106.3.3, si celui-ci est plus grand. Le constructeur doit indiquer avec les moyens appropriés quelles sont les tolérances à appliquer à ces courbes.

Ces courbes doivent être données pour chaque valeur extrême du réglage d'intensité et, si les caractéristiques temps-courant sont ajustables, il est recommandé de les donner, en complément, pour chaque valeur extrême de réglage du temps.

NOTE Il est recommandé de porter les courants sur l'axe des abscisses et le temps sur l'axe des ordonnées, en employant des échelles logarithmiques. De plus, pour faciliter l'étude de la coordination des différents types de protection, il est recommandé de porter le courant en multiples du courant de réglage et le temps en secondes sur le diagramme normalisé détaillé en 18.9 de la CEI 60282-1.

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.

When starters are used in conditions in which 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.

5.101.2 Designation and current setting of overcurrent relays

Overload relays are designated by their type and their current setting. An overload relay is said to be:

Type 1 – if the current setting refers to the associated motor full-load current (see item a) of 5.101.5.1.1);

Type 2 – if the current setting is the ultimate trip current (see item b) of 5.101.5.1.1).

Both types are designated by the current setting (or the upper and lower limits of the current setting range, if adjustable).

The current setting (or current setting range) shall be marked, or displayed, on the overload relay or its scale. The marking may be either directly in amperes, or as a function of the current value marked on the relay or on the heaters, if these are replaceable.

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 (for example heaters 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 indirect (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.

5.101.3 Time-current characteristics of overload relays

The time-current characteristics shall be given in the form of curves supplied by the manufacturer. These shall indicate how the tripping time, starting from the cold state (see 5.101.4) varies with the current up to a value of at least seven times the full-load current of the motor with which it is intended that the relay be used, or the take-over current as per 6.106.3.3, whichever is the greater. The manufacturer shall indicate, by suitable means, the tolerances applicable to these curves.

These curves shall be given for each extreme value of the current setting and, if the time-current characteristics are adjustable, it is recommended that they be given in addition for each extreme value of the time setting.

NOTE It is recommended that the current be plotted as abscissae and the time as ordinates, using logarithmic scales. Further, in order to facilitate the study of coordination of different types of protection, 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 18.9 of IEC 60282-1.

5.101.4 Influence de la température de l'air ambiant

Les caractéristiques temps-courant (voir 5.101.3) se réfèrent à une valeur fixée de la température de l'air ambiant.

Cette valeur doit être clairement indiquée sur les courbes de caractéristiques temps-courant; les valeurs préférentielles sont +20 °C ou +40 °C.

Les relais de surcharge doivent être capables de fonctionner dans la plage de températures de l'air ambiant de –5 °C à +40 °C, et le constructeur doit pouvoir indiquer les effets des variations de la température de l'air sur les caractéristiques des relais de surcharge, y compris, quand cela est nécessaire, les températures extrêmes permises par la présente norme. (Voir article 2.)

5.101.5 Ouverture par relais ou déclencheurs

5.101.5.1 Ouverture par relais thermiques de surcharge

5.101.5.1.1 Ouverture par relais thermiques de surcharge dont tous les pôles sont alimentés de façon égale

- a) *Relais de surcharge de type 1* (désigné par le courant de pleine charge du moteur qui lui est associé)

A A fois le réglage d'intensité, le déclenchement ne doit pas se produire en moins de 2 h en partant de l'état froid, c'est-à-dire avec le démarreur dans son enveloppe, s'il y a lieu, à la valeur de la température de l'air ambiant précisée dans le tableau 4. De plus, quand la valeur du courant est ensuite portée à B fois le réglage d'intensité, le déclenchement doit se produire en moins de 2 h à partir de ce moment.

- b) *Relais de surcharge de type 2* (caractérisé par le courant ultime de déclenchement)

A C fois le réglage d'intensité, le déclenchement ne doit pas se produire en moins de 2 h en partant de l'état froid, c'est-à-dire avec le démarreur dans son enveloppe, s'il y a lieu, à la valeur de la température de l'air ambiant précisée dans le tableau 4. De plus, quand la valeur du courant est ensuite portée à D fois le réglage d'intensité, le déclenchement doit se produire en moins de 2 h à partir de ce moment.

Les valeurs des facteurs A, B, C et D sont données dans le tableau 4 pour les deux types de relais de surcharge, qu'ils soient ou non compensés pour la température de l'air ambiant.

NOTE Dans cette norme, un relais de surcharge est considéré comme étant compensé pour la température de l'air ambiant s'il satisfait aux valeurs correspondantes du tableau 4, quelle que soit la façon dont le résultat est obtenu.

Tableau 4 – Caractéristiques d'ouverture des relais de surcharge alimentés sur tous leurs pôles

Relais de surcharge	Type 1		Type 2		Température de référence de l'air ambiant
	A	B	C	D	
Non compensé pour la température de l'air ambiant	1,05	1,20	0,87	1,00	¹⁾
Compensé pour la température de l'air ambiant	1,05	1,20	0,87	1,05	+20 °C
	1,05	1,20	0,87	1,11	–5 °C
	1,00	1,20	0,87	1,00	+40 °C

¹⁾ Voir 5.101.4. La température de l'air ambiant peut avoir toute valeur comprise entre –5 °C et +40 °C (voir 2.1); les valeurs préférentielles sont +20 °C et +40 °C.

5.101.4 Influence of ambient air temperature

The time-current characteristics (see 5.101.3) refer to a stated value of ambient air temperature.

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 variations in ambient air temperature on the characteristics of overload relays, including, where necessary, the extreme temperature conditions permitted by this standard. (See clause 2.)

5.101.5 Opening by relays or releases

5.101.5.1 Opening by thermal overload relays

5.101.5.1.1 Opening by thermal overload relays when all their poles are equally energized

a) *Type 1 overload relay* (designated by the associated motor full-load current)

At *A* times the current setting, tripping shall not occur in less than 2 h, starting from the cold state, i.e. with the starter in its enclosure, if any, at the value of ambient air temperature stated in table 4. Moreover, when the value of the current is subsequently raised to *B* times the current setting, tripping shall occur less than 2 h later.

b) *Type 2 overload relay* (designated by the ultimate trip current)

At *C* times the current setting, tripping shall not occur in less than 2 h, starting from the cold state, i.e. with the starter in its enclosure, if any, at the value of ambient air temperature stated in table 4. Moreover, when the value of the current is subsequently raised to *D* times the current setting, tripping shall occur less than 2 h later.

The values of factors *A*, *B*, *C* and *D* are given in table 4 for both types of overload relays, either compensated or not compensated for ambient air temperature.

NOTE For the purpose of this standard, an overload relay is considered to be compensated for ambient air temperature if it complies with the relevant figures of table 4, by whatever means this is achieved.

Table 4 – Characteristics of the opening operation of overload relays when energized on all poles

Overload relay	Type 1		Type 2		Reference ambient air temperature
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	
Not compensated for ambient air temperature	1,05	1,20	0,87	1,00	¹⁾
Compensated for ambient air temperature	1,05	1,20	0,87	1,05	+20 °C
	1,05	1,20	0,87	1,11	–5 °C
	1,00	1,20	0,87	1,00	+40 °C

¹⁾ See 5.101.4. The ambient air temperature can be any stated value between –5 °C and +40 °C (see 2.1); the preferred values are +20 °C and +40 °C.

5.101.5.1.2 Ouverture par relais thermiques multipolaires de surcharge de type c) 2) de 5.101, dont seuls certains pôles sont alimentés

Quand tous les pôles d'un relais thermique multipolaire de surcharge ne sont pas alimentés, les prescriptions de 5.101.5.1.1 ne sont plus applicables.

Dans le cas particulier d'un relais de surcharge tripolaire ne fonctionnant que sur deux pôles, les valeurs des facteurs *A*, *B*, *C* et *D* sont données dans le tableau 5.

Tableau 5 – Caractéristiques d'ouverture des relais tripolaires thermiques de surcharge alimentés sur deux pôles seulement

Relais de surcharge	Type 1		Type 2		Température de référence de l'air ambiant
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	
Non compensé pour la température de l'air ambiant	1,05	1,32	0,87	1,10	+20 °C ou +40 °C
Compensé pour la température de l'air ambiant	1,05	1,32	0,87	1,16	+20 °C seulement

Les valeurs de ce tableau ne s'appliquent qu'aux essais de type. Le relais de surcharge est chauffé sur ses trois pôles pendant 2 h avec un courant égal à *A* ou *C* fois le courant de réglage; l'un des éléments chauffants est alors mis hors circuit et le courant dans les deux éléments restants est augmenté jusqu'à *B* ou *D* fois le courant de réglage; le déclenchement doit se produire en moins de 2 h à partir de ce moment.

Dans un but de simplification, les essais ci-dessus peuvent n'être effectués qu'à une seule température de l'air ambiant.

5.101.5.1.3 Ouverture par relais tripolaires thermiques de surcharge sensibles à un défaut de phase, du type c) 3) de 5.101, dont tous les pôles ne sont pas alimentés de façon égale

Selon que le relais de surcharge est du type 1 ou du type 2 (voir 5.101.5.1.1), à *A* ou *C* fois le réglage d'intensité, le déclenchement ne doit pas se produire en moins de 2 h, en partant de l'état froid, c'est-à-dire avec le démarreur dans son enveloppe, s'il y a lieu, à la valeur de la température de l'air ambiant précisée dans le tableau 6. De plus, quand la valeur du courant dans les deux pôles où passait le courant le plus élevé est respectivement portée à *B* ou *D* fois le réglage d'intensité et que le pôle où passait le courant le plus faible est mis hors circuit, le déclenchement doit se produire en moins de 2 h à partir de ce moment.

Tableau 6 – Caractéristiques d'ouverture par relais tripolaires thermiques de surcharge sensibles aux défauts de phase, dont tous les pôles ne sont pas alimentés de façon égale

Relais de surcharge	Type 1		Type 2		Température de référence de l'air ambiant
	A	B	C	D	
Compensé pour la température de l'air ambiant	2 pôles	2 pôles	2 pôles	2 pôles	+20 °C
	1,0	1,15	0,83	0,95	
	1 pôle	1 pôle	1 pôle	1 pôle	
	0,9	0	0,75	0	
NOTE Les relais non compensés pour la température de l'air ambiant sont considérés comme des cas spéciaux devant faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.					

Les valeurs ci-dessus doivent s'appliquer à toutes les combinaisons de pôles: par exemple, en ce qui concerne les colonnes *B* et *D*: pôles I et III alimentés et pôle II mis hors circuit, pôles I et II alimentés et pôle III mis hors circuit, pôles II et III alimentés et pôle I mis hors circuit.

5.101.5.1.2 Opening by multi-pole thermal overload relays of type c) 2) of 5.101 when only some of their poles are energized

When all the poles of a multi-pole thermal relay are not energized, the requirements of 5.101.5.1.1 do not apply.

In the special case of a three-pole overload relay operating on two poles only, the values of factors *A*, *B*, *C* and *D* are given in table 5.

Table 5 – Characteristics of the opening operation of three-pole thermal overload relays when energized on two poles only

Overload relay	Type 1		Type 2		Reference ambient air temperature
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	
Not compensated for ambient air temperature	1,05	1,32	0,87	1,10	+20 °C or +40 °C
Compensated for ambient air temperature	1,05	1,32	0,87	1,16	+20 °C only

The figures in this table apply only to type tests. The overload relay is heated on three poles for 2 h with a current equal to *A* or *C* times the current setting; one heater is then disconnected and the current in the two remaining is increased to *B* or *D* times the current setting; then, tripping shall occur less than 2 h later.

For simplicity, the above tests may be made at one ambient air temperature only.

5.101.5.1.3 Opening by three-pole phase failure sensitive thermal overload relays of type c) 3) of 5.101 when their poles are not equally energized

Depending on whether the overload relay is type 1 or type 2 (see 5.101.5.1.1), at *A* or *C* times the current setting, tripping shall not occur in less than 2 h starting from the cold state, i.e. with the starter in its enclosure, if any, at the value of ambient air temperature stated in table 6. Moreover, when the value of the current in the two poles which carried the higher current is respectively increased to *B* or *D* times the current setting and the pole which carried the lower current is disconnected, tripping shall occur less than 2 h later.

Table 6 – Characteristics of the opening by three-pole phase failure sensitive thermal overload relays when their poles are not equally energized

Overload relay	Type 1		Type 2		Reference ambient air temperature
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	
Compensated for ambient air temperature	2 poles 1,0 1 pole 0,9	2 poles 1,15 1 pole 0	2 poles 0,83 1 pole 0,75	2 poles 0,95 1 pole 0	+20 °C
NOTE Relays not compensated for ambient air temperature are considered as special cases, subject to agreement between manufacturer and user.					

The above values shall apply to all combinations of poles: for example, for columns *B* and *D*: poles I and III energized and pole II disconnected, poles I and II energized and pole III disconnected, poles II and III energized and pole I disconnected.

Dans le cas de relais thermiques de surcharge ayant un courant réglable, les caractéristiques doivent s'appliquer aussi bien lorsque le relais est parcouru par le courant associé au réglage maximal que lorsqu'il est parcouru par le courant associé au réglage minimal.

5.101.5.1.4 Déclenchement par relais de surcharge magnétique

Pour toutes les valeurs de courant de réglage, les relais de surcharge doivent déclencher avec une précision de $\pm 10\%$ de la valeur du réglage d'intensité.

5.101.5.1.5 Exigences pour protections spéciales

Des relais de surcharge spéciaux peuvent être fournis après accord entre le constructeur et l'utilisateur, par exemple pour satisfaire à des exigences spéciales telles qu'une protection contre les surcharges plus rigoureuse ou à des temps de démarrage anormalement longs.

Il est de la responsabilité de l'utilisateur de confirmer que les dispositifs de protection assurent une protection adéquate pour le circuit de charge. Le constructeur doit fournir les détails concernant les relais et les DPCC quand ils sont demandés.

5.101.5.2 Limites de manœuvres de changement d'état automatique par relais à minimum de courant

Pour les démarreurs à auto-transformateur ou à réactance, depuis le démarrage jusqu'à la position MARCHE:

La plus petite chute de courant d'un relais à minimum de courant ne doit pas être supérieure à 1,5 fois la valeur réelle du réglage d'intensité du relais de surcharge qui est activé dans la position de démarrage. Le relais à minimum de courant doit pouvoir supporter toute valeur de courant, depuis le courant de réglage le plus bas jusqu'au courant entraînant le calage dans la position de démarrage, pendant les temps de déclenchement déterminés par le relais de surcharge à son réglage d'intensité le plus haut.

5.102 Enveloppes

Pour les contacteurs, les démarreurs ou les combinés sous enveloppes métalliques, le paragraphe 5.102 de la CEI 60298 s'applique.

5.103 Combiné de démarrage

Les combinés de démarrage doivent être conçus pour pouvoir couper, à la tension de rétablissement requise, tout courant jusqu'à et y compris le courant de coupure assigné en court-circuit.

Les combinés de démarrage doivent également être conçus pour pouvoir fermer, à la tension assignée, les circuits pour lesquels le courant de fermeture assigné en court-circuit s'applique.

5.104 Tringlages de liaison entre le ou les percuteurs des fusibles et l'indicateur ou le déclencheur des contacteurs

Tous tringlages de liaison entre le ou les percuteurs, l'indicateur de fusion du fusible et/ou le déclencheur de contacteur, quand ils sont installés, doivent être conçus de telle sorte que le contacteur fonctionne convenablement aussi bien en triphasé qu'en monophasé, aux valeurs minimale et maximale d'un type de percuteur donné (moyen ou fort), indépendamment du mode de fonctionnement de ce percuteur (à ressort ou à charge explosive). Les exigences concernant les percuteurs sont données dans la CEI 60282-1.

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 also when the relay is carrying the current associated with the minimum setting.

5.101.5.1.4 Opening by magnetic overload relays

For all values of current settings, the overload relay shall trip with an accuracy of $\pm 10\%$ of the value of the current setting.

5.101.5.1.5 Special protection requirements

Special overload relays may be supplied by arrangement between manufacturer and user, for example to meet special requirements such as closer overload protection or abnormally long starting times.

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

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

For auto-transformer or reactor starters, from the starting to the ON position:

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 position. 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, for the tripping times determined by the overload relay at its highest current setting.

5.102 Enclosures

For metal-enclosed contactors, starters and combinations, subclause 5.102 of IEC 60298 is applicable.

5.103 Combination starters

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

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

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

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

6 Essais de type

6.1 Généralités

L'article 6 de la CEI 60694 est applicable avec les modifications suivantes.

Les essais de type comprennent également (se référer au tableau 7 pour leur application):

- les essais d'endurance mécanique (voir 6.101);
- les essais d'établissement et de coupure et les essais d'inversion (voir 6.102);
- les essais de tenue aux courants de surcharge (voir 6.103);
- les essais d'établissement et de coupure de courants de court-circuit (voir 6.104);
- la vérification des limites de fonctionnement et des caractéristiques des relais de surcharge (voir 6.105);
- le pouvoir de changement d'état et l'inversion, s'il y a lieu (voir 6.102.6 et 102.7);
- les essais sur le mécanisme du perceur (voir 6.101.4).

Les essais de type spéciaux indiqués ci-après ne sont pas obligatoires mais peuvent être effectués pour vérifier les performances annoncées:

- vérification de la coordination avec les DPCC (voir 6.106);
- essais d'endurance électrique (voir 6.107);
- essais de coupure du moteur (voir 6.108).

Les essais individuels doivent être effectués sur un contacteur propre et comme neuf. Les différents essais de type peuvent être effectués à des moments différents et en des lieux différents.

Il est entendu que le contacteur d'un combiné aura été essayé en tant que composant individuel, selon les prescriptions de la présente norme. De plus, il est entendu que le DPCC aura été essayé conformément aux prescriptions de la norme dont il dépend.

Ainsi, pour les combinés, quatre groupes d'essais sont nécessaires:

- a) essais sur le contacteur conformément à la présente norme; ces essais peuvent être effectués sur un combiné autre que celui utilisé pour les essais c);
- b) essais sur le DPCC selon la norme applicable, par exemple la CEI 60282-1 ou la CEI 60644;
- c) essais sur le combiné conformément à la présente norme;
- d) essais sur l'enveloppe conformément à la CEI 60298.

Le combiné soumis aux essais doit

- a) correspondre, sur tous les points essentiels, aux dessins de son type;
- b) se trouver dans un état propre et comme neuf, et être équipé du DPCC approprié;
- c) lorsqu'il est manœuvré par déclencheur, être équipé de relais de surcharge ou de déclencheurs du courant assigné en service continu le plus faible associé aux fusibles.

La responsabilité du fabricant est limitée aux valeurs spécifiées et non pas à celles obtenues pendant les essais de type.

Les essais doivent être effectués à la fréquence assignée avec une tolérance de $\pm 10\%$, sauf spécification contraire dans les paragraphes correspondants.

NOTE Pour faciliter les essais, des tolérances plus larges de la fréquence assignée peuvent être nécessaires. Si les écarts sont appréciables, c'est-à-dire lorsqu'un appareillage prévu pour une fréquence assignée de 50 Hz est essayé à 60 Hz et vice versa, il convient de faire attention à l'interprétation des résultats.

6 Type tests

6.1 General

Clause 6 of IEC 60694 is applicable with the following modifications.

The type tests also include (refer to table 7 for applicability)

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

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

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

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

It is understood that the contactor in a combination will have been tested as an individual component to this standard. Further, it is understood that the SCPD will have been tested to the requirements of the relevant standard.

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

- a) tests on the contactor in accordance with this standard; these tests may be done on a combination other than that used for tests according to c);
- b) tests on the SCPD in accordance with the relevant standard, for example IEC 60282-1 or IEC 60644;
- c) tests on the combination in accordance with this standard;
- d) tests on the enclosure in accordance with IEC 60298.

The combination submitted for test shall

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

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

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

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

Des précisions concernant les enregistrements et les rapports des essais de type pour l'établissement, la coupure et la tenue aux courants de courte durée sont données à l'annexe A.

Tableau 7 – Essais de type applicables

Essai	Contacteur	Démarreur	Combiné	Paragraphe
Essais diélectriques	X	X	X	6.2
Mesure de la résistance du circuit	X	X	X	6.4
Essais d'échauffement	X	X	X	6.5
Essais de tenue aux courants de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible	X	X	–	6.6
Vérification de la protection	–	–	X	6.7
Essais d'étanchéité	X	–	–	6.8
Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	X	–	X	6.9
Vérification des limites de fonctionnement	X	X	X	6.101.1
Essais d'endurance mécanique	X	X	X	6.101.2
Essais des verrouillages	–	X	X	6.101.3
Essais du pouvoir de fermeture et de coupure assigné	X	–	–	6.102
Essais d'inversion	–	X	X	6.102.6
Essais de pouvoir de changement d'état	–	X	X	6.102.7
Essais de tenue aux courants de surcharge	X	–	X	6.103
Essais d'établissement et de coupure de courants de court-circuit	X	–	–	6.104
Vérification des limites de fonctionnement des relais de surcharge	–	X	X	6.105
Coordination avec les DPCC	–	–	X	6.106
Essais d'endurance électrique	X	–	–	6.107
Essais de coupure du moteur	X	–	–	6.108
Essais sur le mécanisme du percuteur	–	–	X	6.101.4
X: applicable à cette configuration.				

6.2 Essais diélectriques

Le paragraphe 6.2 de la CEI 60694 est applicable avec les modifications suivantes.

6.2.1 Conditions pendant les essais diélectriques

Les essais diélectriques doivent être effectués avec des composants donnant les conditions diélectriques les plus sévères.

6.2.2 Critères pour passer l'essai

b) Essais aux ondes de choc

Lorsque des décharges disruptives internes se produisant entre les contacts ouverts d'un contacteur ne conduisent pas à un passage maintenu du courant (par exemple dans un contacteur à vide), ces décharges peuvent être négligées.

6.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique

Le paragraphe 6.3 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

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

Table 7 – Applicable type tests

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

6.2 Dielectric tests

Subclause 6.2 of IEC 60694 is applicable with the following modifications.

6.2.1 Conditions during dielectric tests

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

6.2.2 Criteria to pass the test

b) Impulse tests

Where internal disruptive discharges occurring across the open contacts of a contactor do not lead to a sustained passage of current (for example in a vacuum contactor), then such discharges can be disregarded.

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

Subclause 6.3 of IEC 60694 does not apply.

6.4 Mesure de la résistance des circuits

Le paragraphe 6.4 de la CEI 60694 est applicable avec la modification suivante.

6.4.1 Circuit principal

Pendant l'essai, le courant doit avoir n'importe quelle valeur commode entre 50 A et le courant d'emploi assigné. Si le courant d'emploi assigné est inférieur à 50 A, la mesure doit être effectuée avec ce courant.

NOTE Quand des fusibles sont utilisés comme dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC), il est possible d'utiliser des connexions rigides de résistance négligeable à la place des fusibles, mais la résistance de ces connexions sera notée.

6.5 Essais d'échauffement

6.5.1 Etat du contacteur en essai

Le paragraphe 6.5.1 de la CEI 60694 est applicable.

6.5.2 Disposition de l'appareil

Le paragraphe 6.5.2 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants.

Pour des valeurs du courant thermique I_{th} inférieures et égales à 800 A:

- a) les connexions doivent être réalisées avec des conducteurs simples en cuivre isolés, dont les sections utiles sont conformes à celles indiquées dans le tableau 8. L'utilisation de conducteurs conformément au tableau 8 ne nécessite pas la mesure de l'échauffement aux connexions temporaires. Pour des valeurs de courant d'essai supérieures à 400 A, il est possible d'utiliser des barres équivalentes en cuivre;
- b) les connexions doivent être réalisées à l'air libre et espacées d'une distance au moins égale à celle qui sépare les bornes;
- c) pour les essais monophasés ou polyphasés, la longueur minimale de chaque connexion temporaire entre deux bornes du matériel ou entre une borne du matériel et la source d'alimentation prévue pour l'essai, ou entre une borne du matériel et un point neutre, doit être de 1,2 m;
- d) pour les contacteurs et démarreurs tripolaires, les essais peuvent s'effectuer avec tous les pôles connectés en série.

6.4 Measurement of the resistance of circuits

Subclause 6.4 of IEC 60694 is applicable with the following modification.

6.4.1 Main circuit

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

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

6.5 Temperature-rise tests

6.5.1 Conditions of the contactor to be tested

Subclause 6.5.1 of IEC 60694 is applicable.

6.5.2 Arrangement of the equipment

Subclause 6.5.2 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

For values of thermal current I_{th} up to and including 800 A:

- a) the connections shall be single-core, insulated, copper conductors with cross-section areas as given in table 8. The use of insulating conductors in accordance with table 8 does not require measurement of the temperature rise at the temporary connections. For values of test current above 400 A, equivalent copper bars may be substituted;
- b) the connections shall be in free air and spaced not less than the distance existing between the terminals;
- c) for single-phase or multi-phase tests, the minimum length of each temporary connection from an equipment terminal to another terminal or to the test supply or to a star point shall be 1,2 m;
- d) for three-pole contactors and starters, the tests may be made with all poles connected in series.

Tableau 8 – Conducteurs d'essai en cuivre pour des courants d'essai inférieurs ou égaux à 800 A

Plage des courants d'essai ¹⁾		Section des conducteurs ^{2), 3), 4)}	
A		mm ²	AWG/MCM
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4
85	100	35	3
100	115	35	2
115	130	50	1
130	150	50	0
150	175	70	00
175	200	95	000
200	225	95	0000
225	250	120	250
250	275	150	300
275	300	185	350
300	350	185	400
350	400	240	500
400	500	2 x 150	2 x 250
500	630	2 x 185	2 x 350
630	800	2 x 240	2 x 500

¹⁾ Le courant d'essai doit être supérieur à la première valeur de la première colonne, et inférieur ou égal à la deuxième valeur de cette même colonne.
²⁾ Pour faciliter les essais et après accord du constructeur, on peut utiliser des conducteurs plus petits que ceux qui sont stipulés pour un courant d'essai donné.
³⁾ Le tableau donne les sections des conducteurs dans le système métrique et le système AWG/MCM.
⁴⁾ On pourra utiliser l'un ou l'autre des deux conducteurs spécifiés pour une plage de courants d'essai donnée.

6.5.3 Mesure de la température et de l'échauffement

Le paragraphe 6.5.3 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants.

Le circuit principal d'un contacteur, y compris les déclencheurs à maximum de courant éventuellement associés à celui-ci, doit être capable de faire passer un courant sans provoquer un échauffement supérieur aux limites spécifiées dans le tableau 3 de la CEI 60694:

- pour un contacteur destiné à un service continu: son courant thermique;
- pour un contacteur destiné à un service intermittent périodique ou temporaire: son courant d'emploi assigné pour le régime correspondant;
- pour un combiné démarreur avec des fusibles limiteurs de courant comme le DPCC.

L'essai doit être effectué au courant thermique du combiné lorsque ce dernier est équipé de fusibles dont la valeur du courant assigné est la plus élevée ou dont la dissipation de puissance est la plus élevée. Les échauffements se produisant dans les différentes parties du combiné ne doivent pas excéder les valeurs spécifiées dans la CEI 60282-1 pour les fusibles et dans la CEI 60694 pour les autres parties du combiné.

**Table 8 – Test copper conductors for test currents
up to 800 A inclusive**

Range of test current ¹⁾		Conductor size ^{2), 3), 4)}	
A		mm ²	AWG/MCM
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4
85	100	35	3
100	115	35	2
115	130	50	1
130	150	50	0
150	175	70	00
175	200	95	000
200	225	95	000
225	250	120	250
250	275	150	300
275	300	185	350
300	350	185	400
350	400	240	500
400	500	2 x 150	2 x 250
500	630	2 x 185	2 x 350
630	800	2 x 240	2 x 500

¹⁾ The test current shall be greater than the first value in the first column, and less than or equal to the second value in that column.
²⁾ For convenience of testing and with the manufacturer's consent, smaller conductors than those given for a stated test current may be used.
²⁾ The table gives alternative sizes for conductors in the metric and AWG/MCM systems.
⁴⁾ Either of the two conductors specified for a given test current range may be used.

6.5.3 Measurement of the temperature and temperature rise

Subclause 6.5.3 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

The main circuit of a contactor, including the over-current releases which may be associated with it, shall be capable of carrying, without the temperature rises exceeding the limits specified in table 3 of IEC 60694:

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

The test shall be carried out at the thermal current of the combination when fitted with fuses of the highest current rating and/or power dissipation. The temperature rises of the various parts of the combination shall not exceed the values specified in IEC 60282-1 for the fuses and IEC 60694 for the other parts of the combination.

On notera les caractéristiques suivantes des fusibles utilisés pour l'essai:

- a) constructeur et type;
- b) tension assignée et courant assigné;
- c) résistance interne (voir 6.4);
- d) dissipation de puissance (mesurée selon les prescriptions de la CEI 60282-1).

Si les fusibles sont placés dans une enveloppe, la dissipation de puissance au terme de l'essai d'échauffement est la dissipation de puissance maximale acceptable du combiné. Elle doit être notée.

6.5.4 Température de l'air ambiant

Le paragraphe 6.5.4 de la CEI 60694 est applicable.

6.5.5 Essai d'échauffement de l'équipement auxiliaire et de commande

Le paragraphe 6.5.5 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants.

6.5.5.101 Essai d'échauffement des électro-aimants de commande

Les électro-aimants de commande doivent être essayés selon les conditions suivantes, avec le type de courant d'alimentation spécifié et à leur tension assignée.

Lorsque le courant d'emploi assigné traverse le circuit principal, les enroulements des bobines doivent, en service continu et à la fréquence assignée si cela s'applique, supporter leur tension assignée sans qu'il se produise d'échauffements supérieurs aux limites spécifiées. Des bobines spécialement calibrées, par exemple des bobines de déclenchement de contacteurs à accrochage, doivent supporter sans dommage le cycle de manœuvres le plus sévère pour lequel elles sont prévues.

Lorsqu'aucun courant ne traverse le circuit principal, dans les mêmes conditions d'alimentation et sans qu'il se produise d'échauffements supérieurs aux limites spécifiées, les enroulements des bobines des contacteurs pour les classes de service intermittent 12 à 300 doivent aussi supporter les cycles de manœuvres suivants.

Tableau 9 – Cycles de manœuvres en service intermittent

Classe de service intermittent du contacteur (voir 4.102.2)	Un seul cycle de manœuvres fermeture-ouverture toutes les:	Intervalle de temps pendant lequel l'alimentation de la bobine de commande des contacteurs à maintien magnétique est maintenue
	s	s
12	300	180
30	120	72
120	30	18
300	12	4,8

La température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint dans le circuit principal et dans l'électro-aimant de commande.

Les électro-aimants doivent être essayés pendant une durée suffisante pour permettre à l'échauffement d'atteindre sa valeur en régime établi. En pratique, cette condition est atteinte lorsque la variation n'excède pas 1 K par heure.

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

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

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

6.5.4 Ambient air temperature

Subclause 6.5.4 of IEC 60694 is applicable.

6.5.5 Temperature-rise test of the auxiliary and control equipment

Subclause 6.5.5 of IEC 60694 is applicable with the following additions.

6.5.5.101 Temperature-rise tests on control electro-magnets

The control electro-magnets shall be tested according to the following conditions, with the specified kind of supply current and at their rated voltage.

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

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

Table 9 – Intermittent duty operating cycles

Intermittent duty class of the contactor (see 4.102.2)	One close-open operating cycle every	Interval of time during which the supply of the control coil of electrically held contactors is maintained
	s	s
12	300	180
30	120	72
120	30	18
300	12	4,8

The temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in both the main circuit and the control electro-magnet.

Electro-magnets shall be tested for a sufficient time for the temperature rise to reach a steady-state value. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 K per hour.

Au terme de ces essais, l'échauffement des différentes parties des électro-aimants de commande ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées.

6.5.5.102 Essais d'échauffement des circuits auxiliaires

Les essais d'échauffement des circuits auxiliaires sont effectués dans les mêmes conditions que celles stipulées en 6.5.5.101.

Au terme de ces essais, l'échauffement des circuits auxiliaires ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées.

NOTE Lorsque l'effet mutuel d'échauffement entre le circuit principal, les circuits de commande et les circuits auxiliaires est important, les essais d'échauffement sont effectués en même temps.

6.5.5.103 Echauffement des résistances de démarrage des démarreurs rotoriques à résistance

L'échauffement des résistances ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans le tableau 3 de la CEI 60694, lorsque le démarreur est manœuvré à son régime assigné (voir 4.102) et conformément à ses caractéristiques de démarrage (voir 4.111).

Le courant traversant chaque section des résistances doit être thermiquement équivalent au courant pendant la durée de démarrage lorsque le moteur contrôlé fonctionne avec le maximum de couple de démarrage et avec la durée de démarrage assignée au démarreur (voir 4.102 et 4.111); en pratique, le courant moyen pour cette section de la résistance peut être utilisé.

Les manœuvres de démarrage doivent être espacées de façon régulière dans le temps selon le nombre de démarrages par heure.

L'échauffement des enveloppes et de l'air issu de celles-ci ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans le tableau 3 de la CEI 60694. De plus, l'extérieur des enveloppes, ainsi que l'air provenant des grilles de ventilation des enveloppes entourant les résistances ne doivent pas subir un échauffement de plus de 200 K. Le constructeur doit fournir suffisamment d'informations à ce propos, conformément à l'article 10.

NOTE Comme il n'est pas pratique de vérifier les performances des résistances de démarrage pour chaque combinaison de puissance fournie par le moteur et de tension et de courant du rotor, il est seulement demandé qu'un nombre suffisant d'essais soit effectué afin de démontrer, par interpolation ou par déduction, la conformité à la présente norme.

6.5.5.104 Echauffement de l'auto-transformateur ou de la réactance pour les démarreurs à auto-transformateur ou à réactance à deux étapes

L'échauffement de l'auto-transformateur ou de la réactance ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans la norme applicable à ce composant (par exemple la CEI 60076-2 ou la CEI 60726), majorées de 15 K (voir 4.4.101), lorsque le démarreur est utilisé à son régime assigné (voir 4.102). Aucun dommage ne doit en résulter pour l'auto-transformateur ou pour la réactance.

Le courant traversant chaque enroulement de l'auto-transformateur ou de la réactance doit être thermiquement équivalent au courant appelé lorsque le moteur contrôlé fonctionne avec un courant égal à six fois le courant d'emploi assigné I_e multiplié par:

$$0,8 \times \frac{\text{tension de démarrage}}{U_e} \text{ pendant une durée de 30 s (voir 4.2.102).}$$

At the end of these tests, the temperature rise of the different parts of the control electro-magnets shall not exceed the values specified.

6.5.5.102 Temperature-rise tests of auxiliary circuits

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

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

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

6.5.5.103 Temperature rise of starting resistors for rheostatic rotor starters

The temperature rise of resistors shall not exceed the limits specified in table 3 of IEC 60694, when the starter is operated at its rated duty (see 4.102) and according to its starting characteristics (see 4.111).

The current through each section of the resistors shall be thermally equivalent to the current during the starting time when the controlled motor is operating with the maximum starting torque and the starting time for which the starter is rated (see 4.102 and 4.111); in practice, the average current for that resistor section can be used.

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

The temperature rise of the enclosures and the air issuing therefrom shall not exceed the limits specified in table 3 of IEC 60694. Additionally, the exteriors of enclosures and the air issuing from ventilation openings of enclosures for resistors shall not exceed a temperature rise of 200 K. The manufacturer shall provide sufficient information in accordance with clause 10.

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

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

The temperature rise of the auto-transformer or reactor shall not exceed the limits specified in the appropriate component standard (for example IEC 60076-2 or IEC 60726), increased by 15 K (see 4.4.101), when the starter is operated at its rated duty (see 4.102). No damage shall result to the auto-transformer or reactor.

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

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

Le cycle d'essais de fonctionnement doit être le suivant: C – 30 s – O – 30 s – C – 30 s – O (C étant une opération de fermeture et O une opération d'ouverture).

Dans le cas d'un auto-transformateur ou d'une réactance équipé de plusieurs prises, l'essai doit être effectué avec chaque prise produisant la perte de puissance maximale dans le transformateur ou la réactance.

Afin de faciliter l'essai, le moteur peut être remplacé par des impédances montées en étoile.

6.5.6 Interprétation des essais d'échauffement

Le paragraphe 6.5.6 de la CEI 60694 est applicable.

6.6 Essais de tenue aux courants de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible

Le paragraphe 6.6 de la CEI 60694 est applicable avec le complément à 6.6.3 suivant.

Ces essais doivent être effectués sur des contacteurs ayant un pouvoir de coupure assigné en court-circuit coordonné avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits. Se référer également à 6.104.

La séparation des contacts d'un contacteur ou d'un démarreur ne constitue pas une défaillance de ces dispositifs. Le niveau des dommages acceptés doit être conforme à la classification attribuée selon 4.107.3.

NOTE Lorsque cela est applicable, des connexions rigides de résistance négligeable sont utilisées à la place des DPCC.

6.7 Vérification de la protection

Le paragraphe 6.7 de la CEI 60694 est applicable.

6.8 Essais d'étanchéité

Le paragraphe 6.8 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant.

Le constructeur a le droit d'utiliser un essai équivalent lorsqu'il a été démontré que celui-ci est au moins aussi efficace.

6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 6.9 de la CEI 60694 est applicable.

6.101 Essais mécaniques

6.101.1 Vérification des limites de fonctionnement

Lorsqu'un contacteur ou un démarreur peut être livré sous différentes formes en fonction de l'utilisation (type ouvert, muni de divers types d'enveloppe, etc.), les essais ne sont effectués que sur un seul modèle désigné par le constructeur. Les précisions concernant le type et l'installation doivent être consignées dans le rapport d'essai.

The operating test cycle shall be C – 30 s – O – 30 s – C – 30 s – O (where C is a closing operation and O is an opening operation).

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

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

6.5.6 Interpretation of the temperature-rise tests

Subclause 6.5.6 of IEC 60694 is applicable.

6.6 Short-time withstand current and peak withstand current tests

Subclause 6.6 of IEC 60694 is applicable with the following addition to 6.6.3.

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

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

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

6.7 Verification of the protection

Subclause 6.7 of IEC 60694 is applicable.

6.8 Tightness tests

Subclause 6.8 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

The manufacturer may use an alternative test that can be demonstrated to be at least as effective.

6.9 Electromagnetic compatibility tests (EMC)

Subclause 6.9 of IEC 60694 is applicable.

6.101 Mechanical tests

6.101.1 Verification of operating limits

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

On doit vérifier que le contacteur ou le démarreur accomplit un cycle de manœuvres de façon satisfaisante à chaque limite de tension spécifiée en 4.8 et dans les limites de température spécifiées lorsque la bobine est mise sous tension ou hors tension assez longtemps pour assurer que le contacteur atteigne ses positions extrêmes. Les essais doivent être effectués sans qu'aucun courant ne traverse le circuit principal.

Lorsque les essais sont effectués sur un contacteur ou un démarreur de moteur destiné à être installé en altitude, il peut être nécessaire de procéder à des réglages du mécanisme pour obtenir un fonctionnement correct. Se référer à 8.102.7.

6.101.2 Essais d'endurance mécanique

6.101.2.1 Conditions pour les essais

Le contacteur ou le démarreur doit être installé comme en service normal; en particulier, les conducteurs doivent être raccordés de la même manière que pour une utilisation normale.

Au cours de l'essai, il ne doit y avoir ni tension, ni courant dans le circuit principal. Le dispositif peut être lubrifié avant l'essai si cela est prescrit en service normal.

6.101.2.2 Conditions de fonctionnement

Les enroulements des électro-aimants de commande doivent être alimentés à leur tension assignée et, si cela est applicable, à leur fréquence assignée.

Si une résistance ou une impédance est prévue en série avec les bobines, qu'elle soit ou non court-circuitée pendant le mouvement, les essais doivent être effectués avec ces éléments connectés comme en fonctionnement normal.

6.101.2.3 Procédure d'essais

Les essais sont effectués à la fréquence de manœuvres qui correspond à la classe de service intermittent. Cependant, si le constructeur pense que le dispositif peut satisfaire aux conditions requises lorsqu'une fréquence de manœuvres plus élevée est utilisée, il peut choisir cette fréquence afin de réduire la durée des essais.

La durée de mise sous tension de la bobine de commande doit être supérieure à la durée de la manœuvre du dispositif, et la durée pendant laquelle la bobine n'est pas sous tension doit être telle que le dispositif puisse s'immobiliser dans ses deux positions extrêmes.

Le nombre de cycles de manœuvres à effectuer ne doit pas être inférieur au nombre de cycles de manœuvres à vide spécifié dans 4.105.

Le programme de maintenance prescrit par le constructeur doit être suivi.

Les travaux de maintenance ne doivent pas inclure de changement de pièces.

6.101.2.4 Résultats à obtenir

A l'issue des essais d'endurance mécanique, le contacteur ou le démarreur doit toujours être capable de satisfaire aux conditions de fonctionnement spécifiées en 4.8 et 6.101.1. La pureté de l'agent de coupure doit être confirmée par un essai approprié. Il ne doit pas y avoir de desserrage des pièces utilisées pour le raccordement des conducteurs.

Les résultats des essais concernant la pureté de l'agent de coupure doivent être inclus dans le rapport d'essai.

NOTE L'utilisation d'un essai de tension comme moyen de vérification de l'état est admise conformément à 6.2.11 de la CEI 60694.

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

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

6.101.2 Mechanical endurance tests

6.101.2.1 Condition for tests

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

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

6.101.2.2 Operating conditions

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

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

6.101.2.3 Test procedure

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

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

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

The maintenance programme prescribed by the manufacturer shall be followed.

This maintenance work shall not include any replacement of parts.

6.101.2.4 Results to be obtained

Following the tests of mechanical endurance, the contactor or starter shall still be capable of complying with the operating conditions specified in 4.8 and 6.101.1. The integrity of the interrupting medium shall be confirmed by means of a suitable test. There shall be no loosening of the parts used for connecting the conductors.

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

NOTE The use of a voltage test as a condition check is recognized under 6.2.11 of IEC 60694.

Le paragraphe 6.102 de la CEI 60298 est applicable aux démarreurs et aux combinés avec la modification suivante de la première phrase de 6.102.2.

Le système de verrouillage doit être mis dans la position prévue pour empêcher la manœuvre des appareils de connexion, l'insertion ou le retrait des parties amovibles ou la manœuvre simultanée de deux appareils de connexion.

a) Pour prouver la fiabilité des tringlages de liaison entre le ou les percuteurs des fusibles et le déclencheur ou le témoin, un total de 100 manœuvres doit être effectué avec le type de percuteur approprié, dont 90 (30 sur chaque pôle) avec un percuteur d'énergie minimale et 10 avec trois percuteurs d'énergie maximale fonctionnant simultanément.

A l'issue de cette séquence d'essais, le fonctionnement mécanique des tringlages de liaison doit être pratiquement le même qu'avant les essais.

- b) Pour chaque pôle tour à tour, on doit démontrer que le contacteur soit ne peut être fermé, soit ne peut rester fermé du fait de sa conception, en utilisant un porte-fusible fictif avec un faux percuteur réglé pour la course minimale dans les tolérances spécifiées par la CEI 60282-1.

NOTE Un dispositif simulant le fonctionnement du percuteur peut être utilisé pour ces essais.

6.102.1 Généralités

Les essais concernant la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure d'un contacteur sont prévus pour s'assurer que le dispositif est capable d'établir et de couper les courants indiqués dans le tableau 10, et non pas pour vérifier la performance sur de longues périodes de fonctionnement.

Les essais d'inversion et de changement d'état sont appliqués aux combinés, comme il convient à chaque cas.

Tableau 10 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi à la tension assignée U_r

Catégorie	Etablissement		Coupure			
			Courant coupé minimal assigné		Courant coupé maximal assigné	
	$I_m/I_e^{1)}$	$\cos \varphi^{2)}$	I_c/I_e	$\cos \varphi^{2)}$	I_c/I_e	$\cos \varphi^{2)}$
AC-1	1,5	0,95	0,2	0,95	1,5	0,95
AC-2	4	0,65	0,2	0,65	4	0,65
AC-3	8	0,35	0,2	0,15	8	0,35
AC-4 ³⁾	10	0,35	0,2	0,15	8	0,35

I_e Courant d'emploi assigné (voir 4.101)
 I_m Courant établi
 I_c Courant coupé

¹⁾ Les conditions d'établissement sont exprimées en valeurs efficaces, mais il est entendu que la valeur de crête du courant asymétrique correspondant au facteur de puissance du circuit peut prendre une valeur plus élevée (voir 4.103.1.1, note).
²⁾ Tolérance pour $\cos \varphi$: $\pm 0,05$.
³⁾ Dans le cas de réaccélération ou de freinage par inversion, il convient de noter que, à l'instant de l'établissement, la tension et le courant peuvent être doublés.

Subclause 6.102 of IEC 60298 is applicable to starters and combinations with the following modification to the first sentence of 6.102.2.

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

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

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

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

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

6.102.1 General

The tests concerning the verification of the making and breaking capacities of a contactor are intended to verify that the device is capable of making and breaking the currents stated in table 10, and not to verify the performance over long periods of operation.

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

Table 10 – Verification of rated making and breaking capacities – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories at rated voltage U_r

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

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

¹⁾ The conditions for making are expressed in r.m.s. values, but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding to the power factor of the circuit, may assume a higher value (see 4.103.1.1, note).
²⁾ Tolerance for $\cos \varphi$: $\pm 0,05$.
³⁾ In the case of re-acceleration or plug braking, it should be noted that, at the instant of making, the voltage and current may be doubled.

Les vérifications du pouvoir de fermeture et de coupure peuvent être effectuées au cours du même essai.

Pendant chaque série d'essais, des enregistrements oscillographiques (ou équivalents) doivent être effectués pour la première et la dernière opération (voir 4.103.1.1 et 4.103.1.2).

Pendant la durée des essais, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre les pôles, ni fusion de fusibles dans le circuit de terre (voir 6.102.2), ni soudure des contacts.

Les essais sont effectués seulement avec un courant du même type que le courant de service spécifié. En particulier, les dispositifs prévus pour être utilisés avec des charges triphasées doivent être essayés avec un courant triphasé; les essais monophasés de tels dispositifs ne sont pas couverts par la présente norme et doivent faire l'objet d'un accord spécial.

6.102.2 Conditions pour les essais

Le dispositif à essayer doit être complet et monté sur son support ou sur un support équivalent. Un dispositif dont la performance peut être influencée par l'enveloppe qui l'entoure doit être essayé dans le même type d'enveloppe que celle dans laquelle il est prévu de l'installer.

Les contacteurs à coupure dans l'air prévus pour un montage ouvert ou destinés à être installés avec d'autres appareils dans une enveloppe dont les dimensions sont importantes par rapport au volume du contacteur doivent être entourés d'une enveloppe, lors de la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure. Cette enveloppe doit être fabriquée en grillage tissé brut ou en tôle d'acier doux perforée, et doit être assez épaisse pour assurer une rigidité suffisante. Les ouvertures individuelles dans le grillage tissé ou dans la tôle d'acier perforée ne doivent pas dépasser 100 mm² de surface. Les dimensions de l'enveloppe mise à la terre qui les entoure doivent être données pour indiquer la proximité des parties métalliques mises à la terre autorisées pour des applications ultérieures.

Les connexions au circuit principal et au circuit auxiliaire de commande doivent être semblables à celles qui sont prévues lorsque le dispositif est en service.

Pour la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure, toutes les parties du dispositif habituellement mises à la terre en service, y compris son enveloppe, doivent être raccordées au point neutre de l'alimentation ou à un neutre artificiel fortement inductif autorisant un courant de défaut présumé d'au moins 100 A. Ce raccordement doit inclure un dispositif fiable (par exemple un transformateur de courant associé à un fusible) pour la détection du courant de défaut et, si nécessaire, une résistance limitant la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.

6.102.3 Circuit d'essai pour la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné

La source d'alimentation utilisée pour la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure doit avoir une puissance suffisamment élevée pour permettre la vérification des caractéristiques données dans le tableau 10.

Le circuit d'essai est composé d'un côté source et d'un côté charge. La mise à la terre du circuit d'essai doit être réalisée conformément aux prescriptions de 6.103.3 de la CEI 60056.

Les prescriptions concernant la TTR pour le côté source doivent être conformes à ce qui est stipulé en 6.104.5 de la CEI 60056. Le côté charge doit être disposé de manière à donner un facteur d'amplitude et une fréquence de la TTR, lors de la coupure, comme suit:

$$\text{Facteur d'amplitude: } 1,4 \leq K_{af} \leq 1,6$$

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

où les valeurs de I_c et U_r sont en ampères et en volts respectivement (voir tableau 10).

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

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

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

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

6.102.2 Condition for tests

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

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

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

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

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

The power supply used for the verification of making and breaking capacities shall have sufficient power to permit the verification of the characteristics given in table 10.

The test circuit is composed of the supply side and the load side. Earthing of the test circuit shall be in accordance with the requirements of 6.103.3 of IEC 60056.

The supply side TRV requirements shall be in accordance with the requirements of 6.104.5 of IEC 60056. The load side shall be arranged to provide an amplitude factor and frequency of the TRV, on breaking, given by:

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

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

where the values of I_c and U_r are in amperes and volts respectively (see table 10).

La résistance et la réactance du circuit d'essai doivent être réglables afin de satisfaire aux conditions d'essai spécifiées. Les réactances doivent être dans l'air et raccordées en série avec les résistances, leur valeur doit être obtenue par un couplage en série des réactances individuelles. Le raccordement en parallèle des réactances est permis seulement lorsqu'elles ont pratiquement la même valeur de constante de temps. Une résistance shunt peut être raccordée aux bornes du montage des réactances.

L'impédance totale nécessaire pour régler le courant d'essai doit être répartie entre le côté source et le côté charge du dispositif. Cependant, l'impédance côté source ne doit pas être supérieure à 10 % de l'impédance totale du circuit d'essai. Lorsque cela est nécessaire pour les essais, un facteur d'amplitude, côté charge, supérieur à 1,6 doit être soumis à l'accord du constructeur.

6.102.4 Vérification du pouvoir de fermeture assigné

Le courant établi qui doit être atteint pendant l'essai doit être conforme à ce qui est indiqué dans le tableau 10 pour la catégorie d'utilisation appropriée.

Le nombre de manœuvres de fermeture à réaliser est le suivant:

- a) pour les contacteurs ou pour les démarreurs des catégories d'emploi AC-3 ou AC-4, le nombre est de 100, dont 50 manœuvres à 85 % et 50 manœuvres à 110 % de la tension assignée de la bobine.
- b) pour les contacteurs ou pour les démarreurs des catégories d'emploi autres que AC-3 ou AC-4, le nombre est de 20, dont 10 manœuvres réalisées à 85 % et 10 manœuvres à 110 % de la tension assignée de la bobine.

L'intervalle de temps entre deux manœuvres ne doit pas dépasser l'intervalle de temps applicable à la classe de cycle de manœuvres et doit être noté dans le rapport d'essai. Voir 4.102.2.

La durée du courant d'essai ne doit pas être inférieure à 50 ms (dépassant ainsi le temps de rebondissement éventuel des contacts).

6.102.5 Vérification du pouvoir de coupure assigné (minimal et maximal)

Le courant coupé à obtenir pendant l'essai doit être celui donné dans le tableau 10 pour la catégorie d'utilisation applicable.

Le nombre total de manœuvres d'ouverture pour chacune des conditions de coupure minimale et maximale doit être de 25.

Il n'est pas nécessaire que la durée de chaque passage de courant dépasse 0,5 s, et l'intervalle de temps entre deux manœuvres d'ouverture successives ne doit pas dépasser celui qui est prévu pour la classe du cycle de manœuvres en question; cet intervalle doit être noté dans le rapport d'essai. Voir 4.102.2.

6.102.6 Essais d'inversion

Dans le cas d'un démarreur-inverseur, l'essai suivant doit être effectué en plus des essais du pouvoir de fermeture et de coupure de 6.102.3 et 6.102.4. Un démarreur neuf peut être utilisé pour vérifier la fonction d'inversion.

Le circuit d'essai doit être conforme à celui décrit en 6.102.3, et le courant doit être tel qu'il est indiqué dans le tableau 10 pour la catégorie AC-4.

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

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

6.102.4 Verification of rated making capacity

The making current to be obtained during the test shall be as given in table 10 for the appropriate utilization category.

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

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

The time interval between two operations shall not exceed the time interval appropriate to the operating cycle class and shall be recorded in the test report. See 4.102.2.

The duration of the test current shall be not less than 50 ms (thereby exceeding the total bounce time, if any, of the contacts).

6.102.5 Verification of rated breaking capacity (minimum and maximum)

The breaking current to be obtained during the test shall be as given in table 10 for the appropriate utilization category.

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

The duration of each current flow need not exceed 0,5 s and the time interval between two successive opening operations shall not exceed the time interval appropriate to the operating cycle class and shall be recorded in the test report. See 4.102.2.

6.102.6 Reversibility tests

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

The test circuit shall be in accordance with 6.102.3, and the current to be obtained shall be as given in table 10 for category AC-4.

L'essai comprend dix séquences de manœuvres, chacune comprenant les deux cycles de manœuvres décrits ci-dessous:

- a) 1^{er} cycle: fermeture de A – ouverture de A/fermeture de B – ouverture de B – temps de repos de 10 s à 30 s
- b) 2^{ème} cycle: fermeture de B – ouverture de B/fermeture de A – ouverture de A – temps de repos de 10 s à 30 s

(A et B étant soit les deux appareils mécaniques de connexion du démarreur, soit les deux circuits d'un seul appareil de connexion).

Ces cycles sont répétés alternativement.

L'emploi d'une forme symbolique telle que «ouverture de A/fermeture de B» signifie que la manœuvre d'inversion indiquée doit être effectuée aussi rapidement que le permet le système normal de commande.

Pendant l'essai, le démarreur doit être manœuvré comme il est prévu de l'utiliser en service, et tout système de verrouillage mécanique ou électrique qui est normalement prévu doit être utilisé.

6.102.7 Essais de pouvoir de changement d'état

Dans le cas d'un démarreur à auto-transformateur ou à réactance à deux étapes, l'essai suivant doit être effectué en complément des essais des pouvoirs de fermeture et de coupure de 6.102.3 et 6.102.4. Un démarreur neuf peut être utilisé pour vérifier la fonction de changement d'état.

Le circuit d'essai doit être conforme à 6.102.3 et le courant à atteindre dans la position MARCHE doit être celui donné dans le tableau 10 pour la catégorie AC-3. Le courant obtenu dans la position DÉMARRAGE doit être égal à celui qui est dérivé de l'auto-transformateur ou de la réactance. Lorsqu'un auto-transformateur ou une réactance ont plusieurs tensions de sortie ou plusieurs prises en charge, ils doivent être raccordés pour donner le courant de démarrage maximal.

L'essai comprend 10 séquences de manœuvres, comme indiqué ci-après:

- établissement du courant dans la position DÉMARRAGE;
- passage à la position MARCHE;
- coupure du courant dans la position MARCHE;
- temps d'ARRÊT.

La valeur du temps en position FERMÉ, dans les positions DÉMARRAGE et MARCHE ne doit pas être inférieure à 0,05 s. La valeur du temps d'ARRÊT ne doit pas être supérieure à celle qui est stipulée au tableau 11.

Le circuit de charge doit être raccordé au démarreur comme le seraient les enroulements d'un moteur. La position MARCHE est celle dans laquelle l'auto-transformateur ou la réactance n'est pas en service et le moteur est raccordé directement à la tension assignée (U_r). Pendant l'essai, le démarreur doit être manœuvré de la manière dont il est prévu de l'utiliser en service, et tout système de verrouillage mécanique ou électrique normalement prévu doit être utilisé.

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

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

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

These cycles are repeated alternately.

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

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

6.102.7 Change-over ability tests

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

The test circuit shall be in accordance with 6.102.3 and the current to be obtained in the RUN position shall be as given in table 10 for category AC-3. The current obtained in the STARTING position shall be as derived from the auto-transformer or reactor. When an auto-transformer or reactor has more than one output voltage or tap connection, it shall be connected to give the highest starting current.

The test comprises 10 operating sequences as follows:

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

The ON time in the STARTING and RUN positions shall be not less than 0,05 s, and the OFF time shall not be greater than stated in table 11.

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

Tableau 11 – Relation entre le courant coupé I_c et la valeur du temps d'ARRÊT

Courant coupé I_c A	Valeur du temps d'ARRÊT s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80

Les valeurs de temps d'ARRÊT peuvent être réduites après accord du constructeur.

6.102.8 Comportement pendant les essais de fermeture, de coupure, d'inversion et de changement d'état

Pendant les essais réalisés dans les limites spécifiées des pouvoirs de fermeture et de coupure, et avec le nombre de manœuvres spécifié, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles, ni fusion de fusible dans le circuit de terre (voir 6.102.2), ni soudure des contacts.

6.102.9 Etat après les essais de fermeture et de coupure

Le contacteur doit être capable de fonctionner correctement après avoir exécuté le nombre de manœuvres requis pour l'essai aux pouvoirs de fermeture et de coupure assignés (6.102.4 et 6.102.5).

De plus, le contacteur doit pouvoir être parcouru par son courant normal sans que son échauffement ne dépasse celui autorisé par le tableau 3 de la CEI 60694.

La résistance du circuit principal doit être mesurée selon 6.4. Si elle a augmenté de plus de 20 % et s'il n'est pas possible de vérifier l'état des contacts par une inspection visuelle, il sera nécessaire de procéder à un essai d'échauffement supplémentaire.

Il ne doit y avoir aucun signe visible de perforation interne, d'amorçage ou de cheminement sur les matériaux isolants. Seule est admissible une usure modérée des parties des dispositifs de coupure d'arc exposés à l'arc.

NOTE 1 La conformité aux prescriptions ci-dessus est à vérifier en cas de doute seulement.

NOTE 2 L'utilisation d'un essai de tension comme moyen de vérification de l'état est admise conformément à 6.2.11 de la CEI 60694.

6.103 Essais de tenue aux courants de surcharge

Le courant de surcharge à obtenir pendant les essais doit être celui indiqué dans le tableau 12, où I_e est sélectionné pour la catégorie d'utilisation choisie.

Les essais doivent être effectués en triphasé sur un contacteur ou sur un combiné qui a été fermé normalement à la tension assignée de son dispositif de fermeture et tenu fermé ou accroché pendant la durée de chaque essai. La tension d'essai doit être suffisante pour disposer du courant requis dans tous les pôles simultanément, et cela pendant la durée spécifiée.

A l'issue de ces essais, le contacteur ou le combiné doit être capable d'établir et de couper son courant d'emploi assigné à la tension assignée, même si sa tenue à la surcharge est diminuée.

Table 11 – Relationship between current broken I_c and OFF time

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

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

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

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

6.102.9 Condition following making and breaking tests

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

In addition, the contactor shall be capable of carrying its normal current with a temperature rise not in excess of the temperature rise permitted by table 3 of IEC 60694.

The resistance of the main circuit shall be measured according to 6.4. If the resistance has increased by more than 20 %, and if it is not possible to confirm the condition of the contacts by visual inspection, it will be necessary to perform an additional temperature-rise test.

There shall be no evidence of internal puncture, flashover or tracking of insulating materials, except that moderate wear of the parts of arc control devices exposed to the arc is permissible.

NOTE 1 Verification of compliance with the above requirements is necessary only in case of doubt.

NOTE 2 The use of a voltage test as a condition check is recognized under 6.2.11 of IEC 60694.

6.103 Overload current withstand tests

The overload current to be obtained during the tests shall be as given in table 12, where I_e is selected for the appropriate utilization category.

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

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

Les contacts principaux doivent être dans un état tel, en particulier en ce qui concerne les brûlures, les surfaces de contact, les pressions de contact et leur liberté de mouvement, qu'ils puissent conduire le courant d'emploi assigné du contacteur ou du combiné. La résistance du circuit principal doit être mesurée selon 6.4. Si cette résistance a augmenté de plus de 20 % et s'il n'est pas possible de vérifier l'état des contacts par une inspection visuelle, il sera alors nécessaire d'effectuer un essai d'échauffement supplémentaire.

Tableau 12 – Prescriptions concernant la tenue aux courants de surcharge

Courant pour l'essai	Durée de l'essai s
$15 \times I_e$	1
$6 \times I_e$	30

6.104 Essais de fermeture et de coupure de courant de courts-circuits

Ces essais doivent être effectués sur des contacteurs auquel sera attribué un pouvoir de coupure en court-circuit pour une coordination avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits. Se référer également à 6.6.

Les essais doivent être effectués conformément aux conditions applicables de 6.102 et 6.106.4 de la CEI 60056, série d'essais 4.

S'il y a lieu, le DPCC doit être remplacé par des connexions rigides d'impédance négligeable.

6.105 Vérification des limites de fonctionnement et des caractéristiques des relais de surcharge

Lorsqu'un démarreur peut être fourni sous différentes formes en fonction des conditions d'utilisation (type ouvert, muni de divers types d'enveloppe, etc.), les essais ne seront effectués que sur un seul modèle désigné par le constructeur, en tenant compte du dernier alinéa de 5.101.2. Cependant, dans le cas d'essais exécutés à -5 °C sur des relais de surcharge compensés pour la température de l'air ambiant, les essais peuvent s'effectuer sur un démarreur sans enveloppe. Les détails concernant le type du démarreur et les conditions d'installation doivent faire partie du rapport d'essai.

Le démarreur doit être raccordé de la même façon qu'en service normal, en utilisant des câbles dont les sections doivent être choisies en fonction du réglage d'intensité du relais de surcharge, selon la correspondance donnée au tableau 8 entre les sections et la valeur du courant d'emploi assigné.

Les caractéristiques de fonctionnement doivent être vérifiées selon les critères de fonctionnement de 5.101.5.1 et pour une seule valeur spécifiée de la température ambiante.

6.106 Vérification de la coordination avec les DPCC

La vérification des conditions générales de coordination selon 4.107 doit être effectuée comme décrit ci-après:

- pouvoir de coupure en court-circuit du DPCC: se référer aux résultats des essais de pouvoir de coupure effectués sur le DPCC conformément à la spécification correspondante;
- tenue aux courants de surcharge du DPCC: se référer aux résultats des essais de surcharge effectués séparément sur le DPCC conformément à la spécification correspondante;
- le type de coordination peut être vérifié au moyen des essais spécifiés en 6.106.1 à 6.106.3. De tels essais sont des essais de type spéciaux.

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

Table 12 – Overload current withstand requirements

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

6.104 Short-circuit current making and breaking tests

These tests shall be performed on contactors which are to be assigned a short-circuit capability for coordination with short-circuit protective devices. Refer also to 6.6.

The tests shall be performed in accordance with the relevant conditions of 6.102 and 6.106.4 of IEC 60056, test duty 4.

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

6.105 Verification of operating limits and characteristics of overload relays

When a starter can be supplied in several forms, according to the conditions of use (open type, various types of enclosure, etc.), the tests need only be carried out on one form stated by the manufacturer, taking into account the last paragraph of 5.101.2. However, in the case of tests at -5 °C on overload relays compensated for ambient air temperature, the tests may be carried out on a starter without enclosure. The details of type and installation shall form part of the test report.

The starter shall be connected as in service, using cables the cross-sections of which shall be chosen, depending on the current setting of the overload relay, in accordance with the relation given in table 8 between cross-sections and the value of the rated operational current.

Operating characteristics shall be verified in accordance with the performance requirements of 5.101.5.1 and need only be carried out at one specified value of ambient temperature.

6.106 Verification of coordination with SCPDs

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

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

6.106.1 Conditions pour l'essai

6.106.1.1 Etat du combiné avant l'essai

Le combiné en essai doit être monté sur son propre support ou sur un support équivalent, et raccordé de la même manière qu'en service normal. Le démarreur doit être manœuvré comme cela est spécifié et, plus particulièrement, à 85 % des valeurs assignées du circuit de commande.

Il doit être démontré que le démarreur fonctionnera à vide de manière satisfaisante dans les conditions ci-dessus. La course des contacts de coupure doit être enregistrée, si cela est réalisable.

Les essais doivent être effectués sur le démarreur associé à un DPCC dont le courant assigné maximal est considéré par le constructeur comme convenable pour une utilisation avec le démarreur. Le relais de surcharge ou le déclencheur doit avoir le courant d'emploi assigné le plus faible associé à ce DPCC, et le réglage de temps le plus court, si cette valeur peut être ajustée. Les essais doivent être effectués à la température ambiante et sans charge préalable.

6.106.1.2 Fréquence

Le combiné doit être essayé à la fréquence assignée avec une tolérance de ± 10 %.

Cependant, pour faciliter les essais, quelques dérogations par rapport à la tolérance ci-dessus sont acceptables; par exemple, lorsque des combinés prévus pour 50 Hz sont essayés à 60 Hz et vice versa, il convient d'interpréter les résultats avec prudence, en prenant en compte tous les faits significatifs tels que le type de contacteur et le type d'essai effectué.

6.106.1.3 Facteur de puissance

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être déterminé par calcul à partir des valeurs des constantes du circuit ou par une mesure, et il doit être pris comme étant la moyenne des facteurs de puissance de toutes les phases.

6.106.1.4 Disposition des circuits d'essai

Pour les séries d'essais A et B, le démarreur, associé au DPCC, doit être relié de préférence à un circuit ayant le point neutre de l'alimentation à la terre et le court-circuit triphasé isolé, comme cela est indiqué à la figure 2. En variante, un circuit comme celui représenté à la figure 3 peut être utilisé.

Pour la série d'essais C, le circuit recommandé est représenté à la figure 4. En variante, un circuit tel que celui représenté à la figure 5 peut être utilisé. L'impédance du côté source doit être réglée pour répondre aux conditions requises pour les séries d'essais A et B. L'impédance nécessaire pour régler le courant d'essai à la valeur requise pour la série d'essais C doit être ajoutée du côté charge du démarreur. Cependant, si cela est nécessaire pour obtenir la valeur de la TTR du tableau 13 pour le circuit de charge, il est permis de transférer une partie de l'impédance du côté charge au côté source du démarreur, à condition que l'impédance du côté source ne dépasse pas 30 % de l'impédance totale du circuit.

Pour un démarreur produisant une émission de flammes ou de particules métalliques, les essais doivent être effectués avec des écrans métalliques placés à proximité des parties actives et séparés d'elles par une distance spécifiée par le constructeur. Les écrans, le châssis et les autres parties habituellement mises à la terre doivent être isolés de la terre, mais raccordés à celle-ci par un dispositif approprié pouvant signaler un courant de fuite à la terre.

6.106.1 Test conditions

6.106.1.1 Condition of the combination before test

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

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

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

6.106.1.2 Frequency

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

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

6.106.1.3 Power factor

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

6.106.1.4 Arrangement of test circuits

For test duties A and B, the starter in association with the SCPD shall preferably be connected in a circuit having the neutral point of the supply earthed and the three-phase short circuit isolated, as shown in figure 2. Alternatively, a circuit as indicated in figure 3 may be used.

For test duty C, the preferred circuit shall be as indicated in figure 4. Alternatively, a circuit as indicated in figure 5 may be used. The source side impedance shall be set to correspond to the conditions required for test duties A and B. The impedance necessary to set the test current to the value required for test duty C shall be added on the load side of the starter. However, if necessary to achieve the TRV values of table 13 for the load circuit, it is permissible to transfer part of the load-side impedance to the source side of the starter, provided that the impedance on the source side does not exceed 30 % of the total circuit impedance.

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

6.106.2 Valeurs pour l'essai

Lorsqu'aucune tolérance n'est spécifiée, les essais doivent être effectués à des valeurs au moins aussi sévères que les valeurs spécifiées; les limites supérieures sont soumises à l'accord du constructeur.

6.106.2.1 Tension appliquée avant les essais de fermeture en court-circuit

La valeur moyenne de la tension appliquée entre les phases doit être égale à la tension d'emploi assignée. La différence entre cette moyenne et la tension appliquée entre chaque paire de phases ne doit pas dépasser 5 %.

6.106.2.2 Courant présumé

La valeur efficace de la composante alternative du courant présumé de court-circuit doit être mesurée un demi-cycle après l'établissement du court-circuit, au cours de l'essai pour déterminer la valeur du courant présumé.

La valeur efficace de la composante alternative, dans n'importe quelle phase, ne doit pas varier par rapport à la moyenne de plus de 10 %.

6.106.2.3 Courant coupé

Le courant coupé doit être la valeur efficace de la composante alternative mesurée à l'instant du début du processus d'interruption.

6.106.2.4 Tension transitoire de rétablissement (TTR)

La TTR présumée du circuit d'essai doit être déterminée par une méthode susceptible de provoquer l'oscillation et d'en permettre la mesure sans l'influencer. Elle doit être mesurée entre les bornes auxquelles le matériel en essai est raccordé, avec tous les dispositifs de mesure nécessaires, tels que des diviseurs de tension.

Pour les circuits triphasés, la TTR se réfère au premier pôle qui coupe, c'est-à-dire que c'est la tension entre les bornes d'un pôle ouvert, les deux autres pôles étant fermés, en utilisant un circuit d'essai conforme aux indications de 6.106.1.4.

La courbe de la TTR présumée d'un circuit d'essai est représentée par son enveloppe, tracée comme cela est indiqué sur la figure 6, et par sa partie initiale.

L'onde de la TTR présumée du circuit d'essai doit satisfaire aux deux conditions suivantes:

Condition a)

Son enveloppe ne doit jamais être située en dessous du tracé de référence spécifié.

NOTE Il est précisé que l'accord du constructeur est nécessaire pour fixer de combien l'enveloppe peut dépasser le tracé de référence spécifié.

Condition b)

Sa partie initiale ne doit pas traverser le segment de droite spécifié définissant le retard.

Lorsque la TTR présumée prévue pour l'essai n'est pas une onde de fréquence unique, elle doit être définie par la méthode des quatre paramètres (figure 7). Les droites OBAC obtenues de cette façon doivent être au-dessus de la partie définie par l'axe des temps et la ligne de référence de la TTR spécifiée (figure 8).

6.106.2 Test quantities

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

6.106.2.1 Applied voltage before short-circuit making tests

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

6.106.2.2 Prospective current

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

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

6.106.2.3 Breaking current

Shall be the r.m.s. value of the a.c. component measured at the instant of initiation of the interruption process.

6.106.2.4 Transient recovery voltage (TRV)

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

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

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

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

Requirement a)

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

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

Requirement b)

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

When the prospective test TRV is not a single-frequency wave, it shall be evaluated by the method of four parameters (figure 7). The straight lines OBAC obtained in this way shall be above the area bounded by the time axis and the reference line of the specified TRV (figure 8).

6.106.2.5 Tension de rétablissement à fréquence industrielle

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue entre les bornes du combiné pendant un temps au moins égal à 0,3 s après l'extinction de l'arc.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle d'un circuit d'essai triphasé doit être la valeur moyenne de la tension de rétablissement à fréquence industrielle de toutes les phases, mesurée après l'extinction de l'arc. Cette valeur doit être fixée selon 6.106.2.6.

6.106.2.6 Mesures de la tension de rétablissement à fréquence industrielle

Les tensions de rétablissement à fréquence industrielle du circuit d'essai doivent être mesurées entre les bornes de chaque pôle du combiné et pour chaque phase du circuit d'essai.

Les oscillogrammes de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doivent être mesurés une période après l'interruption, conformément à la figure 9.

6.106.3 Série d'essais

Le combiné en essai doit être disposé comme cela est indiqué en 6.106.1. Les paramètres d'essai doivent être conformes à 6.106.2, sauf pour 6.106.2.4 qui n'est pas applicable aux séries d'essais A et B.

6.106.3.1 Série d'essais A – Essai de coupure à 100 %

Un essai de coupure doit être effectué avec le combiné raccordé à une source d'alimentation capable de fournir un courant présumé maximal égal au courant de court-circuit assigné du combiné, avec une tolérance de $^{+5}_{0}\%$.

Le facteur de puissance ne doit pas dépasser 0,15 en retard.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à la tension assignée divisée par $\sqrt{3}$.

NOTE Pour cet essai, le combiné est en position fermée, comme en service normal. Le court-circuit sera établi par un moyen extérieur (voir 6.106.1.1 pour les paramètres concernant le circuit de commande).

6.106.3.2 Série d'essais B – Essai d'établissement à 100 %

Un essai d'établissement doit être effectué avec le combiné raccordé à une source d'alimentation capable de fournir un courant présumé maximal égal au courant de court-circuit assigné du combiné, avec une tolérance de $^{+5}_{0}\%$.

Le facteur de puissance ne doit pas dépasser 0,15 en retard.

NOTE Pour cet essai, c'est le dispositif mécanique de connexion qui établira le défaut (voir 6.106.1.1 pour les paramètres concernant le circuit de commande).

6.106.3.3 Série d'essais C – Essais de coupure au voisinage du point d'intersection

Trois essais de coupure doivent être effectués pour vérifier la coordination de la protection assurée par le combiné. L'intervalle entre deux essais consécutifs ne doit pas dépasser 3 min ou la durée minimale nécessaire au changement des éléments de remplacement, si cette durée est plus longue.

6.106.2.5 Power frequency recovery voltage

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

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

6.106.2.6 Power frequency recovery voltage measurements

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

Oscillograms of the power frequency recovery voltage shall be measured one cycle after interruption in accordance with figure 9.

6.106.3 Test duties

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

6.106.3.1 Test duty A – 100 % break test

One break test shall be made with the combination connected to a supply capable of delivering maximum prospective current equal to the rated short-circuit current of the combination, with a tolerance of $^{+5}_{0}$ %.

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

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

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

6.106.3.2 Test duty B – 100 % make test

One make test shall be made with the combination connected to a supply capable of delivering maximum prospective current equal to the rated short-circuit current of the combination, with a tolerance of $^{+5}_{0}$ %.

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

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

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

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

Pour cette série d'essais, la valeur du courant coupé doit être supérieure ou égale au courant maximal d'intersection tel qu'il est déterminé à partir des courbes de coordination des DPCC de calibre assigné maximal et à partir des caractéristiques des relais de surcharge, pour un combiné donné, avec un minimum de sept fois le courant d'emploi assigné (I_e) du combiné (voir figure 10).

Ces essais doivent être effectués avec le DPCC remplacé par des connexions rigides d'impédance négligeable et avec un circuit triphasé. Dans ce cas, le courant d'essai utilisé peut être supérieur à sept fois I_e .

La tolérance sur le courant coupé spécifié est de $+5\%$ et la composante continue dans une phase quelconque ne doit pas dépasser 20 % à l'instant de la séparation des contacts.

Le facteur de puissance du circuit, déterminé suivant les indications de 6.106.1.3, doit être 0,2 à 0,3 en retard, si le courant coupé est supérieur à 400 A, ou 0,3 à 0,4 en retard, si le courant coupé est inférieur ou égal à 400 A.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à la tension d'emploi assignée du combiné, divisée par $\sqrt{3}$, tandis que la tension transitoire de rétablissement présumée doit être conforme aux indications du tableau 13 et de 6.106.2.4.

Tableau 13 – Caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement

Tension assignée U_r	TTR valeur de crête u_c	Durée t_3	Vitesse d'accroissement u_c/t_3
kV	kV	μs	kV/ μs
2,5	4,3	70	0,061
3,6	6,2	80	0,077
5,0	8,6	90	0,096
7,2	12,4	104	0,119
12,0	20,6	120	0,172

NOTE Si le combiné est destiné à être installé, par exemple, au voisinage de gros transformateurs et si des conditions peuvent se produire dans lesquelles il n'y a pas de charges en parallèle, la TTR peut avoir des valeurs plus sévères que celles données au tableau 13 pour des courants inférieurs au courant coupé spécifié. Il convient de signaler de telles conditions au constructeur.

6.106.4 Comportement du démarreur pendant les essais

Pendant les essais, aucun défaut à la terre ne doit se produire pour les démarreurs sous enveloppe, ni aucune émission excessive de flammes ou de gaz qui pourrait être dangereuse pour l'utilisateur.

Pour un démarreur prévu pour un montage ouvert ou destiné à être installé avec d'autres appareils dans une enveloppe de grande dimension par rapport au volume du démarreur lui-même, les arcs et les flammes ne doivent pas se propager au-delà de l'aire de sécurité définie par le constructeur.

Tout remplacement de pièces au cours des séries d'essais A et B doit se limiter aux remplacements autorisés par les types de classification a, b ou c définis en 4.107.3.

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

These tests shall be made with the SCPD replaced by solid links of negligible impedance and shall be made in a three-phase circuit. In this case, the test current used may exceed seven times I_e .

The tolerance on the specified breaking current is $^{+5}_0$ % and the d.c. component of any phase at contact separation shall not exceed 20 %.

The power factor of the circuit, determined in accordance with 6.106.1.3, shall be

0,2 to 0,3 inductive load if the breaking current exceeds 400 A, or

0,3 to 0,4 inductive load if the breaking current is equal to or less than 400 A.

The power frequency recovery voltage shall be equal to the rated operational voltage divided by $\sqrt{3}$ whilst the prospective transient recovery voltage shall be in accordance with table 13 and 6.106.2.4.

Table 13 – Transient recovery voltage characteristics

Rated voltage U_r	TRV peak value U_c	Time coordinate t_3	Rate of rise u_c/t_3
kV	kV	μ s	kV/ μ s
2,5	4,3	70	0,061
3,6	6,2	80	0,077
5,0	8,6	90	0,096
7,2	12,4	104	0,119
12,0	20,6	120	0,172

NOTE When a combination is installed for instance in the vicinity of a large transformer bank, and conditions may occur in which there are no parallel loads, the TRV may be more severe than the values of table 13 for currents lower than the specified breaking current. Such conditions of application should be referred to the manufacturer.

6.106.4 Behaviour of starter during tests

During the tests, there shall be no earth faults nor excessive emission of flame or gases from enclosed starters which could endanger an operator.

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

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

6.106.5 Etat du démarreur après l'essai

L'état du démarreur à l'issue des séries d'essais A et B servira de base pour définir sa classification par rapport à l'un des types a, b ou c définis en 4.107.3.

A l'issue de la série d'essais C, il ne doit pas y avoir de détérioration matérielle notable comme cela est indiqué en 4.107.3.

6.107 Essais d'endurance électrique

Les essais d'endurance électrique sont inclus dans les essais de type spéciaux. Un nombre d'essais permettant d'obtenir une courbe d'usure qui peut être extrapolée de façon sûre suffira, étant donné que les besoins de puissance et de temps pour un essai complet sont prohibitifs.

Les courants établis et coupés et les tensions d'essai ont les valeurs indiquées au tableau 14.

La majorité des essais d'endurance électrique peuvent cependant être effectués à n'importe quelle tension au-dessus de la tension d'arc, avec le dispositif coupant le courant et avec le facteur de puissance donnés au tableau 14. Avec cette tension réduite, on doit démontrer que la durée d'arc est du même ordre que celle mesurée lors de l'essai à tension pleine correspondant. Un minimum de cinq essais doit être effectué à la tension pleine, à la fin de la série d'essais, pour s'assurer que la performance reste pratiquement inchangée. Conformément à l'annexe A, des enregistrements oscillographiques ou équivalents de ces essais finaux doivent être effectués et consignés dans le rapport d'essai.

Après l'essai, le dispositif doit pouvoir satisfaire à toutes les conditions de fonctionnement spécifiées en 6.101.1 et supporter les essais diélectriques de 6.2, mais limités à l'application d'une tension n'excédant pas les niveaux spécifiés en 6.2.11 de la CEI 60694.

Tableau 14 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions pour l'établissement et la coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi

Catégorie	Etablissement			Coupure		
	I_m/I_e ¹⁾	U_r	$\cos \varphi$ ²⁾	I_c/I_e	U_{rec}/U_r	$\cos \varphi$ ²⁾
AC-1	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-2	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4 ³⁾	6	1	0,35	6	1	0,35
I_e Courant d'emploi assigné (voir 4.101)						
I_m Courant établi						
I_c Courant coupé						
U_r Tension assignée (voir 4.1)						
U_{rec} Tension de rétablissement						
1) Les conditions pour l'établissement sont exprimées en valeurs efficaces, étant entendu que la valeur de crête en courant asymétrique correspondant au facteur de puissance du circuit peut prendre une valeur plus élevée (voir 4.103.1.1, note).						
2) Tolérance pour $\cos \varphi$: $\pm 0,05$ %.						
3) Dans le cas de réaccélération ou de freinage par inversion, il convient de noter que la tension et le courant peuvent être doublés à l'instant de l'établissement.						

6.108 Essais de coupure du moteur

Se référer à la section 3 de la CEI 61233.

6.106.5 Condition of starter after test

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

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

6.107 Electrical endurance tests

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

The making and breaking currents and the test voltages are those given in table 14.

The majority of the electrical endurance tests may, however, be carried out at any convenient voltage above the arc voltage with the device switching at the current and power factor given in table 14. At this reduced voltage, it shall be shown that the arc duration is consistent with that measured during the corresponding full voltage test. A minimum of five tests shall be made at full voltage at the end of the test series to confirm that the performance is substantially unchanged. Oscillographic or equivalent records, in accordance with annex A, shall be made of these final tests and included in the test report.

After the test, the device shall fulfil the operating conditions specified in 6.101.1 and withstand the dielectric tests of 6.2, but limited to the application of a voltage not exceeding the levels specified in 6.2.11 of IEC 60694.

Table 14 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories

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

6.108 Motor switching tests

Refer to Section 3 of IEC 61233.

7 Essais individuels de série

L'article 7 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant.

Les essais individuels de série incluent aussi les essais de manœuvre conformément à 7.101 et les essais dépendant du type de démarreur conformément à 7.102.

7.1 Essai diélectrique du circuit principal

Le paragraphe 7.1 de la CEI 60694 est applicable.

7.2 Essai diélectrique des circuits auxiliaires et de commande

Le paragraphe 7.2 de la CEI 60694 est applicable.

7.3 Mesure de la résistance du circuit principal

Le paragraphe 7.3 de la CEI 60694 est applicable.

7.4 Essai d'étanchéité

Le paragraphe 7.4 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant.

Le constructeur peut utiliser un autre essai lorsqu'on peut démontrer que ce dernier est au moins aussi efficace.

7.5 Contrôle visuel et contrôle de la conception

Le paragraphe 7.5 de la CEI 60694 est applicable.

7.101 Essais de fonctionnement

Les essais sont effectués afin de vérifier le fonctionnement de l'appareil dans les limites spécifiées en 4.8. Comme les contacts principaux sont dans un état neuf, il peut être nécessaire de modifier le chiffre relatif à la chute de tension minimale qui est spécifiée pour des contacts usés.

Pendant ces essais, on doit vérifier, en particulier, que les contacteurs s'ouvrent et se ferment correctement lorsque leurs dispositifs de manœuvre sont mis sous tension. On doit également vérifier que la manœuvre n'engendre aucune détérioration de l'appareil. S'il est prévu d'utiliser des DPCC (fusibles, par exemple), leur masse et leurs dimensions doivent être maximales.

Pour tous les démarreurs combinés, l'essai suivant doit être fait, lorsque c'est nécessaire:

- a) sous l'action simulée d'un percuteur de fusible d'énergie minimale: cinq manœuvres pour vérifier la fiabilité du témoin de fusion;
- b) à la tension maximale d'alimentation spécifiée: cinq cycles de manœuvres;
- c) à la tension minimale d'alimentation spécifiée: cinq cycles de manœuvres;
- d) pour les combinés actionnés par déclencheur seulement, à la tension d'alimentation assignée: cinq cycles de manœuvres avec un circuit de déclenchement alimenté par la fermeture des contacts principaux.

Les essais a), b) et c) doivent être effectués sans passage du courant dans le circuit principal.

7 Routine tests

Clause 7 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

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

7.1 Dielectric test on the main circuit

Subclause 7.1 of IEC 60694 is applicable.

7.2 Dielectric test on auxiliary and control circuits

Subclause 7.2 of IEC 60694 is applicable.

7.3 Measurement of the resistance of the main circuit

Subclause 7.3 of IEC 60694 is applicable.

7.4 Tightness test

Subclause 7.4 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

The manufacturer may use an alternative test that can be demonstrated to be at least as effective.

7.5 Design and visual checks

Subclause 7.5 of IEC 60694 is applicable.

7.101 Operating tests

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

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

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

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

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

Pour les combinés équipés de déclencheurs à maximum de courant, les déclencheurs doivent être réglés sur le repère minimal d'étalonnage de l'échelle de réglage de surintensité.

Pendant l'essai d), on doit démontrer que les déclencheurs à maximum de courant fonctionnent correctement lorsque le courant qui traverse le circuit principal n'excède pas 110 % de la valeur affichée sur l'échelle de réglage de surintensité.

Ce courant peut être fourni par une source d'alimentation basse tension appropriée.

Pendant tous les essais individuels de série précédents, aucun réglage ne doit être fait. Aucun défaut de fonctionnement de l'appareil ne doit être toléré. Les positions «ouvert» et «fermé» doivent être atteintes au cours de chaque cycle de manœuvres pour les essais a), b) et c).

A l'issue des essais, le combiné doit être examiné afin de vérifier qu'aucune pièce n'a subi de détérioration et que toutes les parties sont dans un bon état de fonctionnement.

Des essais doivent être effectués afin de vérifier l'étalonnage des relais de surcharge. Dans le cas d'un relais de surcharge magnétique thermique ou temporisé, il est autorisé de n'effectuer qu'un seul essai, tous les pôles étant sous tension, à une valeur du courant correspondant à un multiple du réglage d'intensité afin de vérifier que le temps de déclenchement est conforme (dans les limites des tolérances demandées) aux courbes fournies par le constructeur. Dans le cas d'un relais de surcharge magnétique instantané, l'essai doit être effectué à 1,1 fois le réglage d'intensité.

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

7.102 Essais dépendant du type de démarreur

7.102.1 Pour les démarreurs rotoriques à résistances

Des essais doivent être effectués afin de vérifier le fonctionnement correct des relais temporisés et l'étalonnage des autres dispositifs utilisés pour contrôler l'allure du démarrage.

La valeur des résistances de démarrage doit être vérifiée pour chaque étape, avec une tolérance de $\pm 10\%$.

On doit également vérifier que les dispositifs permettant la coupure du circuit du rotor coupent tous les étages des résistances dans le bon ordre.

7.102.2 Pour les démarreurs à auto-transformateurs à deux étapes

On doit vérifier que les tensions du circuit ouvert sur les prises terminales de l'auto-transformateur sont conformes aux valeurs d'origine et que la séquence des phases aux bornes du moteur est correcte dans les deux positions, DÉMARRAGE et MARCHE, du démarreur.

7.102.3 Pour les démarreurs à réactance à deux étapes

On doit vérifier que l'impédance des prises terminales de la réactance est conforme aux valeurs d'origine et que la séquence des phases aux bornes du moteur est correcte à la fois dans la position DÉMARRAGE et dans la position MARCHE du démarreur.

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

During test d), it shall be shown that the overcurrent releases operate correctly with a current passing through the main circuit not exceeding 110 % of the setting value on the overcurrent scale.

This current may be supplied from a suitable low-voltage source.

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

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

Tests shall be made to verify the calibration of overload relays. In the case of a thermal or 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, the test 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.

7.102 Tests dependent on starter type

7.102.1 For rheostatic rotor starters

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

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

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

7.102.2 For two-step auto-transformer starters

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

7.102.3 For two-step reactor starters

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

8 Guide pour le choix des contacteurs et des démarreurs de moteur selon le service

8.101 Généralités

Un contacteur ou un démarreur, ou encore un démarreur combiné, qui convient pour un certain fonctionnement en service, est choisi dans les meilleures conditions en considérant les valeurs assignées particulières qu'exigent les conditions en charge normale et en cas de défaut.

La liste complète des caractéristiques assignées est donnée à l'article 4. Les caractéristiques assignées particulières suivantes sont traitées dans le présent article:

- tension assignée (U_r) 8.102.1
- niveau d'isolement assigné 8.102.2
- fréquence assignée (f_r) 8.102.3
- pouvoir de coupure assigné en court-circuit (I_{sc}) 8.102.4

Pour les caractéristiques assignées qui ne sont pas couvertes par cet article, se référer, le cas échéant, à l'article 4 comme il est indiqué ci-dessous.

Caractéristiques assignées pour tous les contacteurs et tous les démarreurs

- courant de courte durée admissible assigné (I_k) 4.5
- valeur de crête du courant admissible assigné (I_p) 4.6
- durée de court-circuit assignée (t_k) 4.7
- tension d'alimentation assignée des dispositifs de manœuvre, et des circuits auxiliaires et de commande (U_a) 4.8
- fréquence d'alimentation assignée des dispositifs de manœuvre et des circuits auxiliaires 4.9
- courant d'emploi assigné (I_e) ou puissance d'emploi assignée 4.101
- services assignés 4.102
- caractéristiques assignées de charge et de surcharge 4.103
- catégorie d'utilisation 4.104
- endurance mécanique 4.105

Caractéristiques données sur demande

- courant thermique (I_{th}) 8.102.5
- endurance électrique 4.106
- coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits 4.107
- caractéristiques de coupure des moteurs 6.108

Caractéristiques dépendant du type de démarreur

- dispositifs automatiques d'inversion et dispositifs automatiques de commande de l'accélération 4.108
- caractéristiques des auto-transformateurs de démarrage 4.109
- caractéristiques des réactances de démarrage 4.109
- caractéristiques des résistances de démarrage pour les démarreurs rotoriques à résistances 4.110

D'autres paramètres sont à considérer lors du choix d'un contacteur ou d'un démarreur de moteur, par exemple:

- conditions atmosphériques et climatiques locales 8.102.6
- utilisation à haute altitude 8.102.7
- coordination avec des fusibles limiteurs de courant tels que le DPCC 8.102.8
- degré de protection de l'enveloppe et des compartiments CEI 60298
- type d'appareillage sous enveloppe métallique CEI 60298

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

8.101 General

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

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

- rated voltage (U_r) 8.102.1
- rated insulation level 8.102.2
- rated frequency (f_r) 8.102.3
- rated short-circuit breaking current (I_{sc}) 8.102.4

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

Rated characteristics for all contactors and starters

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

Characteristics given on request

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

Characteristics dependent on starter type

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

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

- local atmospheric and climatic conditions 8.102.6
- use at high altitudes 8.102.7
- coordination with current-limiting fuses such as the SCPD 8.102.8
- degree of protection for the enclosure and partitions IEC 60298
- type of metal-enclosed controlgear IEC 60298

8.102 Choix des valeurs assignées et des caractéristiques en fonction des conditions de service

8.102.1 Choix de la tension assignée

Il convient de choisir la tension assignée du matériel afin qu'elle soit au moins égale à la tension maximale du système à l'endroit où il doit être installé.

Il convient de choisir la tension assignée parmi les valeurs normalisées données en 4.1.

Lors du choix de la tension assignée, il est recommandé de tenir compte également des niveaux d'isolement correspondants spécifiés en 4.2 (voir également 8.102.2).

8.102.2 Coordination des isolements

Il convient de choisir le niveau d'isolement assigné selon 4.2. Les valeurs données dans ces tableaux s'appliquent à la fois aux équipements pour l'intérieur et à ceux pour l'extérieur.

8.102.3 Fréquence assignée

Il convient que le constructeur soit consulté si un contacteur ou un démarreur de moteur est utilisé à toute autre fréquence que sa fréquence assignée (voir 4.3).

8.102.4 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit

Comme il est indiqué en 4.107, le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est le courant de court-circuit présumé maximal que le combiné doit être capable d'interrompre dans les conditions d'emploi et de comportement prescrites dans la présente norme, dans un circuit ayant une tension de rétablissement à fréquence industrielle qui correspond à la tension assignée du combiné.

Le courant de coupure assigné en court-circuit d'un combiné est déterminé pour une grande part par celui du DPCC et doit être supérieur ou égal au niveau maximal prévu du courant de défaut à l'endroit du système de distribution où le combiné sera placé. Lorsqu'on crée un tableau de distribution qui incorpore à la fois des disjoncteurs et des démarreurs, il convient que le courant de coupure assigné en court-circuit du tableau complet ait une seule valeur: celle du circuit dont les caractéristiques assignées sont les moins sévères. Cette caractéristique forme alors la base pour les essais de type de tenue aux courts-circuits des conducteurs du circuit principal du combiné, c'est-à-dire, le jeu de barres et les connexions en amont du DPCC.

8.102.5 Courant thermique

Il convient de se référer à la CEI 60282-1 où l'on trouve des commentaires concernant le courant normal assigné des fusibles, comment le choisir et comment il peut être affecté par le montage des fusibles dans une enveloppe.

Le courant thermique d'un combiné interrupteur-fusible est donné par le constructeur du combiné sur la base d'informations obtenues lors des essais d'échauffement et dépend du type et des caractéristiques du contacteur et des fusibles. Il se peut qu'il soit nécessaire de réduire ce courant lorsque la température ambiante en service dépasse celle prescrite (voir 2.1 et 2.2 de la CEI 60694).

NOTE Le courant thermique d'un combiné est habituellement inférieur au courant assigné des fusibles fixé par le fabricant et il est recommandé qu'il ne dépasse pas ce courant.

8.102 Selection of ratings and characteristics for service conditions

8.102.1 Selection of rated voltage

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

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

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

8.102.2 Insulation coordination

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

8.102.3 Rated frequency

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

8.102.4 Rated short-circuit breaking current

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

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

8.102.5 Thermal current

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

The thermal current of a switch-fuse combination is assigned by the combination manufacturer on the basis of information gained from temperature-rise tests and will depend on the type and ratings of the contactor and the fuses. It may have to be reduced where the ambient temperature in service exceeds the prescribed ambient temperature (see 2.1 and 2.2 of IEC 60694).

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

8.102.6 Conditions atmosphériques et climatiques locales

Il convient d'indiquer dans l'appel d'offres si le matériel est de type intérieur ou extérieur. Pour une utilisation à l'extérieur, on considère que le matériel sera placé dans une enveloppe appropriée. On considère également qu'à l'intérieur de cette enveloppe règnent des conditions d'intérieur normales. Si nécessaire, des mesures appropriées doivent être prises, la climatisation par exemple, pour permettre l'utilisation de composants courants pour l'intérieur. Cette prescription ne concerne pas les compartiments remplis de gaz.

8.102.7 Utilisation à haute altitude

Les conditions normales de service spécifiées à l'article 2 de la CEI 60694 couvrent les appareillages prévus pour une utilisation en dessous de 1 000 m.

L'installation à des altitudes de 2 000 m et 3 000 m est aussi admise dans la présente norme (2.2.1), mais il peut être nécessaire que le constructeur prévoie des variantes dans la conception pour des altitudes plus élevées, par exemple en ce qui concerne le réchauffement, le niveau d'isolement, les paramètres mécaniques, et qu'il fasse les réglages nécessaires.

8.102.8 Coordination avec des fusibles limiteurs de courant tels que le DPCC

L'objet de cette partie du guide, prise conjointement avec la publication qui traite des fusibles (CEI 60282-1) est de préciser les critères pour le choix d'un combiné contacteur et DPCC qui garantira un fonctionnement sûr, en utilisant les valeurs des paramètres établies pendant les essais conformes à la CEI 60282-1, à la CEI 60644 et à la présente norme.

La CEI 60644 s'applique principalement aux éléments de remplacement respectant les prescriptions de la CEI 60282-1, utilisés avec des moteurs à démarrage direct et prévus pour supporter les conditions normales de service, et au choix des éléments de remplacement avec une référence particulière au facteur K dans le cas de démarrages répétitifs.

Les séries d'essai spécifiées dans la présente norme, ainsi que les indications jointes concernant leur application à d'autres combinés, couvrent la plupart des exigences des utilisateurs. Cependant, certains cas peuvent nécessiter des essais supplémentaires, par exemple pour justifier l'utilisation d'un fusible de remplacement par des essais de type effectués sur le combiné à l'aide de fusibles dits à coupure intégrale fournis par un autre fabricant. Il convient que de tels essais fassent l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

8.102.8.1 Courant d'intersection

La valeur du courant d'intersection d'un combiné dépend à la fois du temps d'ouverture par déclencheur du contacteur et de la caractéristique temps-courant du fusible. Comme son nom l'indique, c'est la valeur du courant de surcharge au-dessus de laquelle les fusibles prennent la relève de la fonction de coupure du courant à la place du déclencheur et du contacteur.

D'un point de vue pratique, le courant d'intersection maximal pour une application donnée est déterminé comme suit.

On superpose à la caractéristique temps-courant maximale de durée de préarc (basée sur une tolérance de courant de +6,5 %) du fusible (voir figure 10) une durée égale à la durée minimale d'ouverture ou à la durée minimale de réponse si la manœuvre est assurée par un relais de surintensité et/ou un dispositif temporisé. Le courant associé est la valeur du courant d'intersection et ne doit pas dépasser le courant d'intersection assigné qui est le courant fixé par le fabricant du fusible et utilisé pour la série d'essais C (voir 6.106.3.3).

NOTE Dans ce paragraphe, on utilise une tolérance de courant de $\pm 6,5\%$ (c'est-à-dire $\pm 2\sigma$ de $\pm 10\%$). Cela est fondé sur la pratique courante.