

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
947-4-1**

Première édition
First edition
1990-05

Appareillage à basse tension

Quatrième partie:

Contacteurs et démarreurs de moteurs

**Section un – Contacteurs et démarreurs
électromécaniques**

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 4:

Contactors and motor-starters

**Section One – Electromechanical contactors
and motor-starters**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 947-4-1: 1990

AVA Documents
Document Sharing Hub

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*, qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
947-4-1

Première édition
First edition
1990-05

Appareillage à basse tension

Quatrième partie:

Contacteurs et démarreurs de moteurs

**Section un – Contacteurs et démarreurs
électromécaniques**

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 4:

Contactors and motor-starters

**Section One – Electromechanical contactors
and motor-starters**

© CEI 1990 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX XD
PRICE CODE XD

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



Documents

Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	6
PREFACE	6
 Articles	
1. Généralités	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Objet	18
2. Définitions	18
2.1 Définitions relatives aux contacteurs	18
2.2 Définitions relatives aux démarreurs	22
2.3 Grandeurs caractéristiques	30
3. Classification	30
4. Caractéristiques des contacteurs et des démarreurs	30
4.1 Énumération des caractéristiques	30
4.2 Type du matériel	32
4.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux	34
4.4 Catégorie d'emploi	50
4.5 Circuits de commande	56
4.6 Circuits auxiliaires	56
4.7 Caractéristiques des relais et des déclencheurs (relais de surcharge)	56
4.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	62
4.9 Surtensions de manoeuvre	62
4.10 Types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique de commutation et des dispositifs de commande automatique d'accélération	62
4.11 Types et caractéristiques des autotransformateurs des démarreurs par autotransformateur à deux étapes	64
4.12 Types et caractéristiques des résistances de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances	64
5. Informations sur le matériel	66
5.1 Nature des informations	66
5.2 Marquage	68
5.3 Instructions de montage, de fonctionnement et d'entretien..	70
6. Conditions normales de service, de montage et de transport	70
7. Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement ...	70
7.1 Dispositions constructives	70
7.2 Dispositions relatives au fonctionnement	74

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
 Clause	
1. General	11
1.1 Scope	11
1.2 Object	19
2. Definitions	19
2.1 Definitions concerning contactors	19
2.2 Definitions concerning starters	23
2.3 Characteristic quantities	31
3. Classification	31
4. Characteristics of contactors and starters	31
4.1 Summary of characteristics	31
4.2 Type of equipment	33
4.3 Rated and limiting values for main circuits	35
4.4 Utilization category	51
4.5 Control circuits	57
4.6 Auxiliary circuits	57
4.7 Characteristics of relays and releases (overload relays) ...	57
4.8 Co-ordination with short-circuit protective devices	63
4.9 Switching overvoltages	63
4.10 Types and characteristics of automatic change-over devices and automatic acceleration control devices	63
4.11 Types and characteristics of auto-transformers for two-step auto-transformer starters	65
4.12 Types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters	65
5. Product information	67
5.1 Nature of information	67
5.2 Marking	69
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance ...	71
6. Normal service, mounting and transport conditions	71
7. Constructional and performance requirements	71
7.1 Constructional requirements	71
7.2 Performance requirements	75

Articles	Pages
8. Essais	102
8.1 Nature des essais	102
8.2 Conformité aux dispositions constructives	104
8.3 Conformité aux dispositions relatives au fonctionnement ...	104
FIGURES 1 à 7	146
TABLEAUX	
I. Catégories d'emploi	54
II. Classes de déclenchement des relais de surcharges thermiques, temporisés magnétiques ou statiques	58
III. Limites de fonctionnement des relais temporisés de surcharge alimentés sur tous leurs pôles	80
IV. Limites de fonctionnement des relais thermiques tripolaires de surcharge alimentés sur deux pôles seulement	82
V. Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile	84
VI. Données pour les cycles d'essai de service intermittent	88
VII. Pouvoirs de fermeture et de coupure. Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi	90
VIIa. Relation entre le courant coupé I_c et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure	94
VIIb. Détermination du courant d'emploi pour les catégories d'emploi AC-6a et AC-6b à partir des caractéristiques assignées pour AC-3	94
VIII. Fonctionnement conventionnel en service. Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi	96
IX. Prescriptions de tenue aux courants de surcharge	100
X. Tension d'essai diélectrique en fonction de la tension assignée d'isolement	120
XI. Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi	136
ANNEXE A - Marquage et identification des bornes des contacteurs et des relais de surcharge associés	154
ANNEXE B - Essais spéciaux	162
ANNEXE C - Distances d'isolement et lignes de fuite pour les contacteurs et les démarreurs à basse tension	174
ANNEXE D - Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur	182

Clause	Page
8. Tests	103
8.1 Kinds of test	103
8.2 Compliance with constructional requirements	105
8.3 Compliance with performance requirements	105
FIGURES 1 to 7	146
TABLES	
I. Utilization categories	55
II. Trip classes of thermal, time-delay magnetic or solid state overload relays	59
III. Limits of operation of time-delay overload relays when energized on all poles	81
IV. Limits of operation of three-pole thermal overload relays when energized on two poles only	83
V. Temperature-rise limits for insulated coils in air and in oil	85
VI. Intermittent duty test cycle data	89
VII. Making and breaking capacities. Making and breaking conditions according to utilization category	91
VIIa. Relationship between current broken I_c and off-time for the verification of rated making and breaking capacities	95
VIIb. Operational current determination for utilization categories AC-6a and AC-6b when derived from AC-3 ratings	95
VIII. Conventional operational performance. Making and breaking conditions according to utilization category	97
IX. Overload current withstand requirements	101
X. Dielectric test voltage according to rated insulation voltage	121
XI. Value of the prospective test current according to the rated operational current	137
APPENDIX A - Marking and identification of terminals of contactors and associated overload relays	155
APPENDIX B - Special tests	163
APPENDIX C - Clearances and creepage distances for low-voltage contactors and starters	175
APPENDIX D - Items subject to agreement between manufacturer and user	183

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE A BASSE TENSION

Quatrième partie: Contacteurs et démarreurs de moteurs

Section un - Contacteurs et démarreurs électromécaniques

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 17B: Appareillage à basse tension, du Comité d'Etudes n° 17 de la CEI: Appareillage.

Elle remplace les Publications CEI 158-1 (1970) et la Modification n° 1 (1983), CEI 158-1C (1982), CEI 292-1 (1969) et la Modification n° 2 (1983), ainsi que les CEI 292-2 (1970), 292-3 (1973) et 292-4 (1975).

Cette norme doit être utilisée conjointement avec la première partie (CEI 947-1).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
17B(BC)151 17B(BC)152	17B(BC)161 17B(BC)162	17B(BC)166	17B(BC)177

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

Part 4: Contactors and motor-starters

Section One - Electromechanical contactors and motor-starters

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC Technical Committee No. 17: Switchgear and controlgear.

It replaces IEC Publications 158-1 (1970) and Amendment No. 1 (1983), IEC 158-1C (1982), IEC 292-1 (1969) and Amendment No. 2 (1983), IEC 292-2 (1970), 292-3 (1973), and 292-4 (1975).

This standard should be used in conjunction with Part 1 (IEC 947-1).

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

Six Months' Rule	Reports on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
17B(C0)151 17B(C0)152	17B(C0)161 17B(C0)162	17B(C0)166	17B(C0)177

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n^{os} 34-1 (1983): Machines électriques tournantes, Première partie: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement.
- 34-11 (1978): Onzième partie: Protection thermique incorporée. Chapitre 1: Règles concernant la protection des machines électriques tournantes.
- 50(441) (1984): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI). Chapitre 441: Appareillage et fusibles.
- 76-1 (1976): Transformateurs de puissance, Première partie: Généralités.
- 85 (1984): Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique.
- 112 (1979): Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides.
- 255-1-00 (1975): Relais électriques de tout-ou-rien.
- 255-8 (1978): Relais électriques, Huitième partie: Relais électriques thermiques.
- 269-1 (1986): Fusibles basse tension, Première partie: Règles générales.
- 269-2 (1986): Deuxième partie: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels).
- 269-2-1 (1987): Sections I à III.
- 410 (1973): Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs.
- 947: Appareillage à basse tension.
- 947-1 (1988): Première partie: Règles générales.
- 947-2 (1989): Deuxième partie: Disjoncteurs.
- 947-3 (1990): Troisième partie: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles.
- 947-5-1 (1990): Cinquième partie: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande. Section un - Appareils électromécaniques pour circuits de commande.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 34-1 (1983): Rotating electrical machines, Part 1: Rating and performance.
- 34-11 (1978): Part 11: Built-in thermal protection. Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines.
- 50(441) (1984): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 441: Switchgear, control-gear and fuses.
- 76-1 (1976): Power transformers, Part 1: General.
- 85 (1984): Thermal evaluation and classification of electrical insulation.
- 112 (1979): Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions.
- 255-1-00 (1975): All-or-nothing electrical relays.
- 255-8 (1978): Electrical relays, Part 8: Thermal electrical relays.
- 269-1 (1986): Low-voltage fuses, Part 1: General requirements.
- 269-2 (1986): Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application).
- 269-2-1 (1987): Sections I to III.
- 410 (1973): Sampling plans and procedures for inspection by attributes.
- 947: Low-voltage switchgear and controlgear.
- 947-1 (1988): Part 1: General rules.
- 947-2 (1989): Part 2: Circuit-breakers.
- 947-3 (1990): Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units.
- 947-5-1 (1990): Part 5: Control circuit devices and switching elements. Section One - Electromechanical control circuit devices.

APPAREILLAGE A BASSE TENSION

Quatrième partie: Contacteurs et démarreurs de moteurs

Section un - Contacteurs et démarreurs électromécaniques

1. Généralités

Les dispositions des règles générales qui font l'objet de la première partie (Publication 947-1 de la CEI) sont applicables à la présente norme lorsque celle-ci le précise. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes des règles générales qui sont ainsi applicables sont identifiés par référence à la première partie, par exemple: paragraphe 1.2.3 de la première partie, tableau IV de la première partie, ou annexe A de la première partie.

1.1 *Domaine d'application*

La présente norme est applicable aux types de matériels indiqués aux paragraphes 1.1.1 et 1.1.2 ci-après dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

Les démarreurs et/ou contacteurs traités dans la présente norme ne sont pas normalement conçus pour interrompre les courants de court-circuit. En conséquence, une protection appropriée contre les courts-circuits (voir paragraphe 8.3.4) doit faire partie de l'installation, mais pas nécessairement du contacteur ou du démarreur.

Dans ce contexte, la présente norme donne les prescriptions pour:

- les contacteurs associés avec des dispositifs de protection contre les surcharges et/ou contre les courts-circuits;
- les démarreurs associés avec des dispositifs séparés de protection contre les courts-circuits et/ou avec des dispositifs séparés de protection contre les courts-circuits et des dispositifs intégrés de protection contre les surcharges;
- les contacteurs et les démarreurs combinés, dans des conditions spécifiées, avec leurs propres dispositifs de protection contre les courts-circuits. Les caractéristiques de ces combinaisons, par exemple combinés de démarrage (voir paragraphe 2.2.7) ou démarreurs protégés (voir paragraphe 2.2.8) sont assignées comme pour un appareil.

Les disjoncteurs et les combinés-fusibles utilisés comme dispositifs de protection contre les courts-circuits dans les combinés de démarrage et dans les démarreurs protégés doivent satisfaire aux prescriptions des Publications 947-2 et 947-3 de la CEI suivant le cas.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

Part 4: Contactors and motor-starters

Section One - Electromechanical contactors and motor-starters

1. General

The provisions of the general rules dealt with in Part 1 (IEC Publication 947-1) are applicable to this standard, where specifically called for. Clauses and sub-clauses, tables, figures and appendices of the general rules thus applicable are identified by reference to Part 1, e.g., Sub-clause 1.2.3 of Part 1, Table IV of Part 1, or Appendix A of Part 1.

1.1 Scope

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

Starters and/or contactors dealt with in this standard are not normally designed to interrupt short-circuit currents. Therefore, suitable short-circuit protection (see Sub-clause 8.3.4) shall form part of the installation but not necessarily of the contactor or the starter.

In this context, this standard gives requirements for:

- contactors associated with overload and/or short-circuit protective devices;
- starters associated with separate short-circuit protective devices and/or with separate short-circuit and integrated overload protective devices;
- contactors or starters combined, under specified conditions, with their own short-circuit protective devices. Such combinations, e.g. combination starters (see Sub-clause 2.2.7) or protected starters (see Sub-clause 2.2.8) are rated as units.

Circuit-breakers and fuse-combination units used as short-circuit protective devices in combination starters and in protected starters shall comply with the requirements of IEC Publications 947-2 and 947-3, as the case may be.

Les matériels visés par la présente norme sont les suivants:

1.1.1 *Contacteurs pour courant alternatif ou pour courant continu*

Contacteurs pour courant alternatif et pour courant continu destinés à fermer et à ouvrir des circuits électriques et, s'il sont équipés de relais appropriés (voir paragraphe 1.1.2), à assurer la protection de ces circuits contre les surcharges susceptibles de se produire en exploitation.

Note.- Les contacteurs associés à des relais appropriés et destinés à assurer la protection contre les courts-circuits doivent satisfaire en outre aux conditions correspondantes prescrites pour les disjoncteurs (Publication 947-2 de la CEI).

La présente norme s'applique également aux organes de commande des contacteurs auxiliaires et aux contacts destinés exclusivement au circuit de la bobine des contacteurs.

1.1.2 *Démarrateurs de moteurs pour courant alternatif*

Démarrateurs de moteurs pour courant alternatif destinés à provoquer le démarrage des moteurs et à les amener à leur vitesse normale, à en assurer le fonctionnement continu, à interrompre leur alimentation et à assurer la protection des moteurs et de leurs circuits associés contre les surcharges de service.

Les démarrateurs dont le fonctionnement dépend de relais thermiques électriques pour la protection de moteurs, conformes à la Publication 255-8 de la CEI ou les dispositifs de protection thermique incorporés au moteur, qui sont traités dans la Publication 34-11 de la CEI ne satisfont pas nécessairement à toutes les prescriptions correspondantes de la présente norme.

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

1.1.2.1 *Démarrateurs directs (sous pleine tension) pour courant alternatif*

Démarrateurs directs destinés à provoquer le démarrage d'un moteur et à l'amener à sa vitesse normale de rotation, ainsi qu'à assurer la protection du moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

Cette norme s'applique également aux démarrateurs-inverseurs.

1.1.2.2 *Démarrateurs sous tension réduite pour courant alternatif*

Démarrateurs sous tension réduite, en courant alternatif, destinés à provoquer le démarrage d'un moteur et à l'amener à sa vitesse normale de rotation en reliant les bornes du moteur à la tension du réseau en plus d'une étape ou en augmentant progressivement la tension appliquée aux bornes, et à assurer la protection du moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

Equipment covered by this standard is as follows:

1.1.1 *A.C. and d.c. contactors*

A.C. and d.c. contactors intended for closing and opening electric circuits and, if combined with suitable relays (see Sub-clause 1.1.2), for protecting these circuits against operating overloads which may occur therein.

Note.- Contactors combined with suitable relays and which are intended to provide short-circuit protection shall additionally satisfy the relevant conditions specified for circuit-breakers (IEC Publication 947-2).

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

1.1.2 *A.C. motor-starters*

A.C. 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.

Starters, the operation of which depends on thermal electrical relays for motor protection complying with IEC Publication 255-8, or motor incorporated thermal protective devices dealt with in IEC Publication 34-11 which do not necessarily meet all the relevant requirements of this standard.

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

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

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

This standard applies also to reversing starters.

1.1.2.2 *Reduced voltage a.c. starters*

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

Des dispositifs de commutation automatique peuvent être utilisés pour commander les manoeuvres successives de passage d'une étape aux suivantes. Ces dispositifs de commande automatique sont, par exemple: des contacteurs auxiliaires temporisés ou des relais de tout-ou-rien à retard spécifié, des dispositifs à minimum de courant et des dispositifs de commande automatique d'accélération (voir paragraphe 4.10).

1.1.2.2.1 *Démarrateurs étoile-triangle*

Démarrateurs étoile-triangle destinés à provoquer le démarrage, dans la position étoile, d'un moteur triphasé, à assurer un fonctionnement continu en position triangle, ainsi qu'à assurer la protection du moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service, et à séparer le moteur de son alimentation.

Les démarrateurs étoile-triangle qui font l'objet de la présente norme ne sont pas prévus pour l'inversion rapide du sens de rotation des moteurs et, en conséquence, la catégorie d'emploi AC-4 ne leur est pas applicable.

Note.- Dans la position en étoile, le courant en ligne et le couple du moteur sont égaux environ au tiers des valeurs correspondantes dans la position en triangle. C'est pourquoi on utilise des démarrateurs étoile-triangle quand on désire limiter le courant d'appel dû au démarrage ou quand la machine entraînée exige un couple limité pour démarrer. La figure 1 indique les courbes-types du courant de démarrage, du couple de démarrage du moteur et du couple de la machine entraînée.

1.1.2.2.2 *Démarrateurs par autotransformateur à deux étapes*

Démarrateurs par autotransformateur à deux étapes, destinés à provoquer le démarrage d'un moteur à induction alimenté en courant alternatif, à partir de la position de repos, avec un couple réduit, et à l'amener à sa vitesse normale de rotation, ainsi qu'à assurer la protection de ce moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

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

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

Les démarrateurs par autotransformateur qui font l'objet de la présente norme ne sont pas prévus pour la marche par à-coups ni pour l'inversion rapide du sens de rotation des moteurs et, en conséquence, la catégorie d'emploi AC-4 ne leur est pas applicable.

Note.- En position de démarrage, le courant du circuit et le couple occasionné par le démarrage du moteur à la tension assignée sont réduits à peu près comme le carré du rapport tension de démarrage/tension assignée. En conséquence, les démarrateurs par autotransformateur sont utilisés lorsque le courant d'appel provoqué par le démarrage doit être limité ou lorsque la machine commandée demande un couple de démarrage réduit. La figure 2 montre des courbes représentatives du courant de démarrage, du couple de démarrage du moteur et du couple de la machine commandée.

Automatic change-over devices may be used to control the successive switching operations from one step to the others. Such automatic change-over devices are, for example, time-delay contactor relays or specified time all-or-nothing relays, under-current devices and automatic acceleration control devices (see Sub-clause 4.10).

1.1.2.2.1 *Star-delta starters*

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

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

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

1.1.2.2.2 *Two-step auto-transformer starters*

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

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

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

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

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

1.1.2.3 Démarreurs rotoriques à résistances

Démarreurs destinés à provoquer le démarrage d'un moteur à induction à courant alternatif à rotor bobiné, par élimination de résistances préalablement insérées dans le circuit du rotor. Ces démarreurs sont aussi destinés à assurer la protection du moteur contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

Dans le cas de moteurs asynchrones à bagues (rotors bobinés), la tension la plus élevée apparaissant entre les bagues en circuit ouvert ne doit pas être supérieure au double de la tension assignée d'isolement des appareils de connexion insérés dans le circuit du rotor (voir paragraphe 4.3.1.1.2).

Note.- Cette prescription est basée sur le fait que les contraintes électriques sont moins sévères dans le rotor que dans le stator et sont de courte durée.

Cette norme s'applique également aux démarreurs à deux sens de rotation lorsque la permutation des connexions s'effectue à l'arrêt (voir paragraphe 4.3.5.5). Les manoeuvres comprenant la marche par à-coups et l'inversion de marche nécessitent des prescriptions supplémentaires et doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

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

1.1.3 La présente norme ne s'applique pas:

- aux démarreurs pour courant continu;
- aux démarreurs étoile-triangle, aux démarreurs rotoriques à résistances, aux démarreurs par autotransformateur à deux étapes prévus pour des applications spéciales et conçus pour un fonctionnement continu en position de démarrage;
- aux démarreurs rotoriques à résistances asymétriques, c'est-à-dire dont les résistances n'ont pas la même valeur dans toutes les phases;
- aux matériels conçus non seulement pour le démarrage mais aussi pour le réglage de la vitesse;
- aux démarreurs à résistances liquides et à ceux du type "liquide-vapeur";
- aux contacteurs à semi-conducteurs et aux démarreurs utilisant des contacteurs à semi-conducteurs dans leur circuit principal;
- aux démarreurs statoriques à résistances;
- aux contacteurs ou aux démarreurs conçus pour des applications spéciales;
- aux contacts auxiliaires des contacteurs et aux contacts des contacteurs auxiliaires qui sont traités dans la Publication 947-5-1 de la CEI.

1.1.2.3 *Rheostatic rotor starters*

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

In the case of asynchronous slip-ring motors (wound-rotors), the highest voltage between open slip-rings shall be not greater than twice the rated insulation voltage of the switching devices inserted in the rotor circuit (see Sub-clause 4.3.1.1.2).

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

This standard applies also to starters for two directions of rotation when reversal of connections is made with the motor stopped (see Sub-clause 4.3.5.5). Operations including inching and plugging necessitate additional requirements and shall be subject to agreement between manufacturer and user.

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

1.1.3 This standard does not apply to:

- d.c. starters;
- star-delta starters, rheostatic rotor starters, two-step auto-transformer starters intended for special applications and designed for continuous operation in the starting position;
- unbalanced rheostatic rotor starters, i.e. where the resistances do not have the same value in all phases;
- equipment designed not only for starting, but also for adjustment of speed;
- liquid starters and those of the "liquid-vapour" type;
- semiconductor contactors and starters making use of semiconductor contactors in the main circuit;
- rheostatic stator starters;
- contactors or starters designed for special applications;
- auxiliary contacts of contactors and contacts of contactor relays. These are dealt with in IEC Publication 947-5-1.

1.2 Objet

La présente norme a pour objet de fixer:

- 1) les caractéristiques des contacteurs et des démarreurs ainsi que des matériels associés;
- 2) les conditions auxquelles doivent répondre les contacteurs et les démarreurs relativement:
 - a) à leur fonctionnement et à leur tenue,
 - b) à leurs qualités diélectriques,
 - c) aux degrés de protection procurés par leurs enveloppes, le cas échéant,
 - d) à leur construction;
- 3) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont réalisées, ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais;
- 4) les renseignements à fournir avec les matériels ou dans la documentation du constructeur.

2. Définitions

L'article 2 de la première partie est applicable avec les définitions complémentaires suivantes:

2.1 Définitions relatives aux contacteurs

2.1.1 Contacteur (mécanique) (VEI 441-14-33)

Appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos, commandé autrement qu'à la main, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge de service.

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

Notes (ne faisant pas partie de la définition VEI 441-14-33):

- 1.- L'expression "commandé autrement qu'à la main" signifie que l'appareil est destiné à être commandé et maintenu en position de fonctionnement à partir d'une ou plusieurs sources d'énergie extérieures.
- 2.- Un contacteur dont les contacts principaux sont fermés dans la position de repos est généralement appelé en français "rupteur". Le mot "rupteur" n'a pas d'équivalent dans la langue anglaise.
- 3.- Un contacteur est généralement prévu pour fonctionner fréquemment.

1.2 Object

The object of this standard is to state:

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

2. Definitions

Clause 2 of Part 1 applies with the following additional definitions:

2.1 Definitions concerning contactors

2.1.1 Contactor (mechanical) (IEV 441-14-33)

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.

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

Notes (not included in IEV 441-14-33):

- 1.- The term "operated otherwise than by hand" means that the device is intended to be controlled and kept in working position from one or more external supplies.
- 2.- In French, a contactor the main contacts of which are closed in the position of rest is usually called a "rupteur". The word "rupteur" has no equivalent in the English language.
- 3.- A contactor is usually intended to operate frequently.

2.1.2 *Contacteur électromagnétique*

Contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux normalement ouverts ou à l'ouverture des contacts principaux normalement fermés est fourni par un électro-aimant.

2.1.3 *Contacteur pneumatique*

Contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux normalement ouverts ou à l'ouverture des contacts principaux normalement fermés est fourni par un dispositif utilisant de l'air comprimé sans utilisation de moyens électriques.

2.1.4 *Contacteur électropneumatique*

Contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux normalement ouverts ou à l'ouverture des contacts principaux normalement fermés est fourni par un dispositif utilisant de l'air comprimé, la commande s'effectuant au moyen d'électrovalves.

2.1.5 *Contacteur à accrochage (VEI 441-14-34)*

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.

Notes 1.- L'accrochage et le déclencheur d'accrochage peuvent être mécaniques, électromagnétiques, pneumatiques, etc.

2.- Du fait de son accrochage, le contacteur à accrochage possède en fait une seconde position de repos et, d'après la définition du contacteur n'est pas à proprement parler un contacteur. Cependant, étant donné que le contacteur à accrochage, tant par son utilisation que par sa conception, se rapproche davantage d'un contacteur en général que de toute autre sorte d'appareil de connexion, on admet qu'il réponde aux spécifications des contacteurs dans la mesure du possible.

2.1.6 *Contacteur (ou démarreur) sous vide*

Contacteur (ou démarreur) dont les contacts principaux s'ouvrent et se ferment à l'intérieur d'une enveloppe à basse pression.

2.1.7 *Position de repos (d'un contacteur) (VEI 441-16-24)*

Position que prennent les organes mobiles du contacteur quand son électro-aimant ou son dispositif à air comprimé n'est pas alimenté.

2.1.2 *Electromagnetic contactor*

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

2.1.3 *Pneumatic contactor*

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

2.1.4 *Electro-pneumatic contactor*

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

2.1.5 *Latched contactor* (IEV 441-14-34)

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.

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

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

2.1.6 *Vacuum contactor (or starter)*

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

2.1.7 *Position of rest (of a contactor)* (IEV 441-16-24)

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

2.2 Définitions relatives aux démarreurs

2.2.1 Démarreur (VEI 441-14-38)

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.

2.2.2 Démarreur direct (VEI 441-14-40)

Démarreur qui applique la tension d'alimentation sur les bornes du moteur en une seule manoeuvre.

2.2.3 Démarreur-inverseur

Démarreur destiné à provoquer l'inversion du sens de rotation d'un moteur par inversion des connexions d'alimentation du moteur, celui-ci pouvant être en fonctionnement.

2.2.4 Démarreur à deux sens de marche

Démarreur destiné à ne provoquer l'inversion du sens de rotation d'un moteur par inversion des connexions d'alimentation que lorsque celui-ci ne tourne pas.

2.2.5 Démarreur sous tension réduite

Démarreur qui applique la tension d'alimentation aux bornes du moteur en plus d'une étape ou par élévation graduelle de la tension aux bornes.

2.2.5.1 Démarreur étoile-triangle (VEI 441-14-44)

Démarreur pour un moteur à induction triphasé, tel que les enroulements du stator soient connectés en étoile en position de démarrage et en triangle en position de marche.

2.2.5.2 Démarreur par autotransformateur (VEI 441-14-45)

Démarreur pour moteur à induction qui utilise pour le démarrage une ou plusieurs tensions réduites prélevées sur un autotransformateur.

Note (ne fait pas partie de la définition VEI 441-14-45). - Un autotransformateur est défini comme suit au paragraphe 3.1.2 de la Publication 76-1 de la CEI:

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

2.2.6 Démarreur à résistances (VEI 441-14-42)

Démarreur utilisant une ou plusieurs résistances pour obtenir, au cours du démarrage, des caractéristiques données de couple de démarrage et pour limiter le courant.

2.2 *Definitions concerning starters*

2.2.1 *Starter* (IEV 441-14-38)

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

2.2.2 *Direct-on-line starter* (IEV 441-14-40)

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

2.2.3 *Reversing starter*

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

2.2.4 *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.

2.2.5 *Reduced voltage starter*

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

2.2.5.1 *Star-delta starter* (IEV 441-14-44)

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

2.2.5.2 *Auto-transformer starter* (IEV 441-14-45)

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

Note (not included in IEV 441-14-45).— An auto-transformer is defined as follows in Sub-clause 3.1.2 of IEC Publication 76-1:

"A transformer in which at least two windings have a common part."

2.2.6 *Rheostatic starter* (IEV 441-14-42)

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

Note (ne fait pas partie de la définition VEl 441-14-42).- Un démarreur à résistances est généralement composé de trois parties principales qui peuvent, soit être fournies dans le même ensemble, soit être fournies séparément pour être raccordées entre elles sur le lieu d'utilisation:

- les appareils mécaniques de connexion pour alimentation du stator (généralement associés à un dispositif de protection contre les surcharges);
- la (les) résistance(s) insérée(s) dans le circuit du stator ou du rotor;
- les appareils mécaniques de connexion pour l'élimination successive de la (des) résistance(s).

2.2.6.1 *Démarreur statorique à résistances*

Démarreur à résistances pour moteur à cage d'écureuil qui, au cours de la période de démarrage, élimine successivement une ou plusieurs résistances préalablement insérées dans le circuit du stator.

2.2.6.2 *Démarreur rotorique à résistances (VEI 441-14-43)*

Démarreur à résistances pour moteur asynchrone à rotor bobiné qui, pendant la période de démarrage, élimine successivement une ou plusieurs résistances préalablement insérées dans le circuit du rotor.

2.2.7 *Combiné de démarrage (voir figure 3)*

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

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

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

2.2.8 *Démarreur protégé*

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

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

Note (not included in IEC 441-14-42).- A rheostatic starter generally consists of three basic parts which may be supplied either as a composite unit or as separate units to be connected at the place of utilization:

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

2.2.6.1 *Rheostatic stator starter*

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

2.2.6.2 *Rheostatic rotor starter* (IEV 441-14-43)

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.

2.2.7 *Combination starter* (see Figure 3)

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

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

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

2.2.8 *Protected starter*

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

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

2.2.9 *Démarreur à main* (VEI 441-14-39)

Démarreur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux est fourni exclusivement par une énergie manuelle.

2.2.10 *Démarreur électromagnétique*

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

2.2.11 *Démarreur actionné par un moteur*

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

2.2.12 *Démarreur pneumatique*

Démarreur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux est fourni par de l'air comprimé, sans utilisation de moyens électriques.

2.2.13 *Démarreur électropneumatique*

Démarreur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux est fourni par de l'air comprimé, la commande s'effectuant au moyen d'électrovalves.

2.2.14 *Démarreur à une étape*

Démarreur pour lequel il n'existe pas de position intermédiaire d'accélération entre la position ARRET et la position MARCHE.

Note.- C'est un démarreur direct (voir paragraphe 2.2.2).

2.2.15 *Démarreur à deux étapes*

Démarreur dans lequel il n'existe qu'une seule position intermédiaire d'accélération entre la position ARRET et la position MARCHE.

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

2.2.16 *Démarreur à n étapes* (voir figure 4) (VEI 441-14-41)

Démarreur dans lequel il y a $(n-1)$ positions intermédiaires d'accélération entre la position ARRET et la position MARCHE.

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

2.2.17 *Relais ou déclencheur thermique de surcharge sensible à une perte de phase*

Relais ou déclencheur thermique multipolaire de surcharge qui fonctionne en cas de surcharge et aussi dans le cas d'une perte de phase selon des prescriptions spécifiées.

2.2.9 *Manual starter* (IEV 441-14-39)

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

2.2.10 *Electromagnetic starter*

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

2.2.11 *Motor-operated starter*

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

2.2.12 *Pneumatic starter*

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

2.2.13 *Electro-pneumatic starter*

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

2.2.14 *Single-step starter*

A starter in which there is no intermediate accelerating position between the OFF and ON positions.

Note.- This is a direct-on-line starter (see Sub-clause 2.2.2).

2.2.15 *Two-step starter*

A starter in which there is only one intermediate accelerating position between the OFF and ON positions.

Example: A star-delta starter is a two-step starter.

2.2.16 *n-step starter* (see Figure 4) (IEV 441-14-41)

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

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

2.2.17 *Phase loss sensitive thermal overload relay or release*

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

2.2.18 *Relais ou déclencheur à minimum de courant (tension)*

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

2.2.19 *Durée de démarrage (d'un démarreur à résistances)*

Période de temps pendant laquelle les résistances de démarrage ou une partie d'entre elles sont parcourues par du courant.

2.2.20 *Durée de démarrage (d'un démarreur par autotransformateur)*

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

Note relative aux paragraphes 2.2.19 et 2.2.20. - La durée de démarrage d'un démarreur est plus courte que la durée totale de démarrage du moteur qui tient compte de la dernière période d'accélération suivant la manoeuvre de passage en position MARCHE.

2.2.21 *Passage avec coupure du moteur (avec un démarreur étoile-triangle ou par autotransformateur)*

Disposition de circuits telle que le courant dans le moteur est interrompu et rétabli lors du passage d'une étape à l'autre.

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

2.2.22 *Passage sans coupure du moteur (avec un démarreur étoile-triangle ou par autotransformateur)*

Disposition de circuits telle que le courant dans le moteur n'est pas interrompu (même momentanément) lors du passage d'une étape à l'autre.

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

2.2.23 *Marche par à-coups*

Mise sous tension répétitive, durant de courts intervalles de temps, d'un moteur ou d'un solénoïde, afin de provoquer des mouvements de faible amplitude du mécanisme commandé.

2.2.24 *Inversion de marche*

Arrêt ou inversion rapide du sens de rotation d'un moteur par permutation des connexions d'alimentation du moteur pendant que celui-ci tourne.

2.2.18 *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.

2.2.19 *Starting time (of a rheostatic starter)*

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

2.2.20 *Starting time (of an auto-transformer starter)*

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

Note to Sub-clauses 2.2.19 and 2.2.20. - The starting time of a starter is shorter than the total starting time of the motor, which takes into account the last period of acceleration following the switching operation ON position.

2.2.21 *Open transition (with an auto-transformer starter or star-delta starter)*

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

Note.- The transition stage is not considered an additional step.

2.2.22 *Closed transition (with an auto-transformer starter or star-delta starter)*

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

Note.- The transition stage is not considered an additional step.

2.2.23 *Inching (jogging)*

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

2.2.24 *Plugging*

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

2.3 *Grandeurs caractéristiques*

2.3.1 *Tension transitoire de rétablissement* (abréviation: T.T.R.) (VEI 441-17-26)

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

Note 3 (ne fait pas partie de la définition VEI 441-17-26).— Pour un contacteur ou un démarreur sous vide, la tension de rétablissement la plus élevée peut apparaître sur un autre pôle que le premier pôle qui coupe.

3. *Classification*

Le paragraphe 4.2 donne toutes les données qui peuvent servir de critères de classification.

4. *Caractéristiques des contacteurs et des démarreurs*

4.1 *Énumération des caractéristiques*

Les caractéristiques d'un contacteur ou d'un démarreur doivent, chaque fois que cela est possible, être indiquées de la façon suivante:

- type du matériel (paragraphe 4.2);
- valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux (paragraphe 4.3);
- catégorie d'emploi (paragraphe 4.4);
- circuits de commande (paragraphe 4.5);
- circuits auxiliaires (paragraphe 4.6);
- types et caractéristiques des relais et des déclencheurs (paragraphe 4.7);
- coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (paragraphe 4.8);
- surtensions de manoeuvre (paragraphe 4.9);
- types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique de commutation et des dispositifs de commande automatique d'accélération (paragraphe 4.10);
- types et caractéristiques des autotransformateurs des démarreurs par autotransformateur à deux étapes (paragraphe 4.11);
- types et caractéristiques des résistances de démarrage pour démarreurs rotoriques à résistances (paragraphe 4.12).

2.3 Characteristic quantities

2.3.1 Transient recovery voltage (abbrev. T.R.V.) (IEV 441-17-26)

Sub-clause 2.5.34 of Part 1 applies with the following addition:

Note 3 (not included in IEV 441-17-26).— In a vacuum contactor or starter the highest transient recovery voltage may occur on other than the first pole to clear.

3. Classification

Sub-clause 4.2 gives all the data which may be used as criteria for classification.

4. Characteristics of contactors and starters

4.1 Summary of characteristics

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

- type of equipment (Sub-clause 4.2);
- rated and limiting values for main circuits (Sub-clause 4.3);
- utilization category (Sub-clause 4.4);
- control circuits (Sub-clause 4.5);
- auxiliary circuits (Sub-clause 4.6);
- types and characteristics of relays and releases (Sub-clause 4.7);
- co-ordination with short-circuit protective devices (Sub-clause 4.8);
- switching overvoltages (Sub-clause 4.9);
- types and characteristics of automatic change-over devices and automatic acceleration control devices (Sub-clause 4.10);
- types and characteristics of auto-transformers for two-step auto-transformer starters (Sub-clause 4.11);
- types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters (Sub-clause 4.12).

4.2 *Type du matériel*

Il est nécessaire d'indiquer (voir aussi article 5):

4.2.1 *La nature du matériel*

- contacteur;
- démarreur direct en courant alternatif;
- démarreur étoile-triangle;
- démarreur par autotransformateur à deux étapes;
- démarreur rotorique à résistances;
- combiné de démarrage ou démarreur protégé.

4.2.2 *Le nombre de pôles*

4.2.3 *La nature du courant (alternatif ou continu)*

4.2.4 *Le milieu de coupure (air, huile, gaz, vide, etc.)*

4.2.5 *Les conditions de fonctionnement du matériel*

4.2.5.1 *Mode de fonctionnement*

Par exemple: manuel, électromagnétique, commande par moteur, pneumatique, électropneumatique.

4.2.5.2 *Mode de commande*

Par exemple:

- automatique (par auxiliaire automatique de commande ou commande séquentielle);
- non automatique (telle que commande manuelle ou par boutons-poussoirs);
- semi-automatique (c'est-à-dire en partie automatique, en partie non automatique).

4.2.5.3 *Mode de commutation pour des types particuliers de démarreurs*

La commutation pour les démarreurs étoile-triangle, les démarreurs rotoriques à résistances, ou les démarreurs par autotransformateur, peut être automatique, non automatique ou semi-automatique (voir figures 4 et 5).

4.2.5.4 *Mode de connexion pour des types particuliers de démarreurs*

Par exemple: démarreur avec coupure du moteur, démarreur sans coupure du moteur (voir figure 5).

4.2 *Type of equipment*

The following shall be stated (see also Clause 5).

4.2.1 *Kind of equipment*

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

4.2.2 *Number of poles*

4.2.3 *Kind of current (a.c. or d.c.)*

4.2.4 *Interrupting medium (air, oil, gas, vacuum, etc.)*

4.2.5 *Operating conditions of the equipment*

4.2.5.1 *Method of operation*

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

4.2.5.2 *Method of control*

For example:

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

4.2.5.3 *Method of change-over for particular types of starters*

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

4.2.5.4 *Method of connecting for particular types of starters*

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

4.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux

Les valeurs assignées relatives à un contacteur ou un démarreur doivent être indiquées conformément aux paragraphes 4.3.1 à 4.4 et 4.8 à 4.9, mais il peut ne pas être nécessaire de spécifier toutes les valeurs énumérées.

Note.- Les valeurs assignées relatives à un démarreur rotorique à résistances sont indiquées conformément aux paragraphes 4.3.1.2, 4.3.2.3, 4.3.2.4, 4.3.2.6, 4.3.2.7 et 4.3.5.5, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les valeurs énumérées.

4.3.1 Tensions assignées

Un contacteur ou un démarreur est défini par les tensions assignées suivantes:

4.3.1.1 Tension assignée d'emploi (U_e)

Le paragraphe 4.3.1.1 de la première partie est applicable.

4.3.1.1.1 Tension assignée statorique d'emploi (U_{es})

Une tension assignée statorique d'emploi d'un démarreur rotorique à résistances est une valeur de tension qui, combinée avec un courant assigné statorique d'emploi, détermine l'emploi du circuit statorique y compris ses appareils mécaniques de connexion et à laquelle se rapportent les pouvoirs de fermeture et de coupure, le type de service et les caractéristiques de démarrage. En aucun cas, la tension assignée statorique d'emploi maximale ne doit être supérieure à la tension assignée d'isolement correspondante.

Note.- Elle s'exprime par la tension entre phases.

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

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, sa valeur est celle de la tension qui, combinée avec un courant assigné rotorique d'emploi, détermine l'emploi du circuit rotorique y compris ses appareils mécaniques de connexion et à laquelle se rapportent les pouvoirs de fermeture et de coupure, le type de service et les caractéristiques de démarrage.

Elle est prise égale à la tension mesurée entre bagues, le moteur étant arrêté et le circuit du rotor étant ouvert, le stator étant alimenté à sa tension assignée.

La tension assignée rotorique d'emploi n'est appliquée que pendant un court laps de temps durant la période de démarrage. C'est pourquoi il est admis que la tension assignée rotorique d'emploi excède de 100% la tension assignée rotorique d'isolement.

La tension maximale entre les différentes parties actives (par exemple: les appareils de connexion, les résistances, les connexions, etc.) du circuit rotorique du démarreur peut avoir différentes valeurs et ce fait peut être pris en considération lors du choix du matériel et de sa disposition.

4.3 Rated and limiting values for main circuits

The rated values established for a contactor or starter shall be stated in accordance with Sub-clauses 4.3.1 to 4.4 and 4.8 to 4.9, but it may not be necessary to specify all the values listed.

Note.- The rated values established for a rheostatic rotor starter are stated in accordance with Sub-clauses 4.3.1.2, 4.3.2.3, 4.3.2.4, 4.3.2.6, 4.3.2.7 and 4.3.5.5 but it is not necessary to specify all the values listed.

4.3.1 Rated voltages

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

4.3.1.1 Rated operational voltage (U_e)

Sub-clause 4.3.1.1 of Part 1 applies.

4.3.1.1.1 Rated stator operational voltage (U_{es})

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

Note.- It is expressed as the voltage between phases.

4.3.1.1.2 Rated rotor operational voltage (U_{er})

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

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

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

4.3.1.2 Tension assignée d'isolement (U_i)

Le paragraphe 4.3.1.2 de la première partie est applicable.

4.3.1.2.1 Tension assignée statorique d'isolement (U_{is})

La tension assignée statorique d'isolement d'un démarreur rotorique à résistances est la valeur de la tension qui sert à désigner les appareils placés dans l'alimentation du stator et l'ensemble dont ils font partie et à laquelle se rapportent les essais diélectriques et les lignes de fuite.

Sauf indication contraire, la tension assignée statorique d'isolement est la valeur de la tension assignée statorique d'emploi la plus élevée du démarreur.

4.3.1.2.2 Tension assignée rotorique d'isolement (U_{ir})

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, la tension assignée rotorique d'isolement est la valeur de la tension qui sert à désigner les appareils placés dans le circuit du rotor et l'ensemble dont ils font partie (conducteurs de liaison, résistances, enveloppe) et à laquelle se rapportent les essais diélectriques et les lignes de fuite.

4.3.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Le paragraphe 4.3.1.3 de la première partie est applicable.

4.3.1.4 Tension assignée de démarrage d'un démarreur par autotransformateur

La tension assignée de démarrage d'un démarreur par autotransformateur est la tension réduite prélevée sur le transformateur.

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

4.3.2 Courants ou puissances

Un contacteur ou un démarreur est défini par les courants suivants:

Note.- Dans le cas d'un démarreur étoile-triangle, ces courants se rapportent à la position en triangle et, dans le cas d'un démarreur par autotransformateur à deux étapes ou celui d'un démarreur rotorique à résistances, à la position MARCHE.

4.3.2.1 Courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th})

Le paragraphe 4.3.2.1 de la première partie est applicable.

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

Le paragraphe 4.3.2.2 de la première partie est applicable.

4.3.1.2 *Rated insulation voltage (U_i)*

Sub-clause 4.3.1.2 of Part 1 applies.

4.3.1.2.1 *Rated stator insulation voltage (U_{is})*

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

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

4.3.1.2.2 *Rated rotor insulation voltage (U_{ir})*

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

4.3.1.3 *Rated impulse withstand voltage (U_{imp})*

Sub-clause 4.3.1.3 of Part 1 applies.

4.3.1.4 *Rated starting voltage of an auto-transformer starter*

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

Preferred values of rated starting voltage are 50%, 65% or 80% of the rated operational voltage.

4.3.2 *Currents or powers*

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

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

4.3.2.1 *Conventional free air thermal current (I_{th})*

Sub-clause 4.3.2.1 of Part 1 applies.

4.3.2.2 *Conventional enclosed thermal current (I_{the})*

Sub-clause 4.3.2.2 of Part 1 applies.

4.3.2.3 Courant thermique conventionnel statorique (I_{ths})

Le courant thermique conventionnel statorique d'un démarreur peut être soit un courant à l'air libre I_{ths} , soit un courant sous enveloppe I_{thes} , conformément aux paragraphes 4.3.2.1 et 4.3.2.2.

Pour les démarreurs rotoriques à résistances, le courant thermique conventionnel statorique est le courant maximal qu'il peut supporter en service de 8 h (voir paragraphe 4.3.4.1) sans que l'échauffement de ses diverses parties dépasse les limites spécifiées au paragraphe 7.2.2 quand l'appareil est essayé conformément au paragraphe 8.3.3.3.

4.3.2.4 Courant thermique conventionnel rotorique (I_{thr})

Le courant thermique conventionnel rotorique d'un démarreur peut être soit un courant à l'air libre I_{thr} , soit un courant sous enveloppe I_{ther} , conformément aux paragraphes 4.3.2.1 et 4.3.2.2.

Le courant thermique conventionnel rotorique d'un démarreur rotorique à résistances est le courant maximal que les éléments du démarreur parcourus par le courant rotorique en position MARCHE, c'est-à-dire après élimination des résistances, peuvent supporter en service de 8 h (voir paragraphe 4.3.4.1) sans que l'échauffement de ces éléments dépasse les limites spécifiées au paragraphe 7.2.2 quand l'appareil est essayé conformément au paragraphe 8.3.3.3.

Notes 1.- Pour les éléments (appareils de connexion, conducteurs de liaison, résistances) qui ne sont parcourus que par un courant pratiquement nul en position MARCHE, on doit normalement vérifier que, pour les services assignés (voir paragraphe 4.3.4) indiqués par le constructeur, la valeur de l'intégrale

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

ne conduit pas à des échauffements supérieurs à ceux prévus au paragraphe 7.2.2.

2.- Lorsque les résistances sont incorporées au démarreur, il convient de tenir compte de l'échauffement.

4.3.2.5 Courants assignés d'emploi (I_e) ou puissances assignées d'emploi

Un courant assigné d'emploi d'un contacteur ou d'un démarreur est défini par le constructeur et tient compte de la tension assignée d'emploi (voir paragraphe 4.3.1.1), du courant thermique conventionnel à l'air libre ou sous enveloppe, du courant assigné du relais de surcharge, de la fréquence assignée (voir paragraphe 4.3.3), du service assigné (voir paragraphe 4.3.4), de la catégorie d'emploi (voir paragraphe 4.4) et du type d'enveloppe de protection, s'il y a lieu.

Dans le cas de matériels pour commande directe d'un seul moteur, l'indication d'un courant assigné d'emploi peut être remplacée ou complétée par celle de la puissance assignée maximale disponible, sous la tension assignée d'emploi considérée, du moteur pour lequel le matériel est prévu. Le constructeur doit être en mesure de préciser le rapport qui est admis entre le courant et la puissance.

4.3.2.3 Conventional stator thermal current (I_{ths})

The conventional stator thermal current of a starter may be either free air current I_{ths} or enclosed current I_{thes} , in line with Sub-clauses 4.3.2.1 and 4.3.2.2.

For rheostatic rotor starters, the stator thermal current is the maximum current it can carry on eight-hour duty (see Sub-clause 4.3.4.1) without the temperature-rise of its several parts exceeding the limits specified in Sub-clause 7.2.2 when tested in accordance with Sub-clause 8.3.3.3.

4.3.2.4 Conventional rotor thermal current (I_{thr})

The conventional rotor thermal current of a starter may be either free air current I_{thr} or enclosed current I_{ther} , in line with Sub-clauses 4.3.2.1 and 4.3.2.2.

For rheostatic rotor starters, the rotor thermal current is the maximum current that those parts of the starter through which the rotor current flows in the ON position, viz. after cutting out resistors, can carry on eight-hour duty (see Sub-clause 4.3.4.1) without their temperature-rise exceeding the limits specified in Sub-clause 7.2.2 when tested in accordance with Sub-clause 8.3.3.3.

Notes 1.- For those elements (switching devices, connecting links, resistors) through which a current of practically no value flows in the ON position, it should be verified that, for the rated duties (see Sub-clause 4.3.4) stated by the manufacturer, the value of integral

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

does not lead to temperature-rises higher than those appearing in Sub-clause 7.2.2.

2.- When resistors are built-in into the starter, the temperature-rise will have to be taken into account.

4.3.2.5 Rated operational currents (I_e) or rated operational powers

A rated operational current of a contactor or a starter is stated by the manufacturer and takes into account the rated operational voltage (see Sub-clause 4.3.1.1), the conventional free air or enclosed thermal current, the rated current of the overload relay, the rated frequency (see Sub-clause 4.3.3), the rated duty (see Sub-clause 4.3.4), the utilization category (see Sub-clause 4.4) and the type of protective enclosure, if any.

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

Pour les démarreurs, le courant assigné d'emploi (I_e) est le courant des démarreurs en position MARCHE.

4.3.2.6 Courant assigné statorique d'emploi (I_{es}) ou puissance assignée statorique d'emploi

Un courant assigné statorique d'emploi d'un démarreur rotorique à résistances est défini par le constructeur et tient compte du courant assigné du relais de surcharge installé dans ce démarreur, de la tension assignée statorique d'emploi (voir paragraphe 4.3.1.1.1), du courant thermique conventionnel à l'air libre ou sous enveloppe, de la fréquence assignée (voir paragraphe 4.3.3), du service assigné (voir paragraphe 4.3.4), des caractéristiques de démarrage (voir paragraphe 4.3.5.5) et du type d'enveloppe de protection.

L'indication d'un courant assigné statorique d'emploi peut être remplacée par celle de la puissance assignée maximale disponible, sous la tension assignée statorique d'emploi considérée, du moteur pour lequel les éléments statoriques du démarreur sont prévus. Le constructeur doit être en mesure de préciser la relation qui est admise entre la puissance du moteur et le courant statorique.

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

Un courant assigné rotorique d'emploi d'un démarreur rotorique à résistances est défini par le constructeur et tient compte de la tension assignée rotorique d'emploi (voir paragraphe 4.3.1.1.2), du courant thermique conventionnel rotorique à l'air libre ou sous enveloppe, de la fréquence assignée (voir paragraphe 4.3.3), du service assigné (voir paragraphe 4.3.4), des caractéristiques de démarrage (voir paragraphe 4.3.5.5) et du type d'enveloppe de protection.

Il est pris égal au courant qui parcourt les connexions au rotor quand ce dernier est court-circuité, que le moteur tourne à sa pleine charge et que le stator est alimenté à sa tension assignée et à sa fréquence assignée.

Quand le circuit rotorique d'un démarreur rotorique à résistances a des caractéristiques assignées distinctes, l'indication d'un courant assigné rotorique d'emploi peut être complétée par celle de la puissance assignée maximale disponible, pour des moteurs de la tension assignée rotorique d'emploi considérée, du moteur pour lequel cette partie du démarreur (appareils de connexion, conducteurs de liaison, relais, résistances) est prévue. Cette puissance varie en particulier avec le couple de démarrage prévu et tient compte en conséquence des caractéristiques de démarrage (voir paragraphe 4.3.5.5).

4.3.2.8 Courant assigné ininterrompu (I_u)

Le paragraphe 4.3.2.4 de la première partie est applicable.

4.3.3 Fréquence assignée

Le paragraphe 4.3.3 de la première partie est applicable.

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

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

For rheostatic rotor starters, a rated stator operational current is stated by the manufacturer and takes into account the rated current of the overload relay installed in this starter, the rated stator operational voltage (see Sub-clause 4.3.1.1.1), the conventional free air or enclosed thermal current, the rated frequency (see Sub-clause 4.3.3), the rated duty (see Sub-clause 4.3.4), the starting characteristics (see Sub-clause 4.3.5.5) and the type of protective enclosure.

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

4.3.2.7 *Rated rotor operational current (I_{er})*

For rheostatic rotor starters, a rated rotor operational current is stated by the manufacturer and takes into account the rated rotor operational voltage (see Sub-clause 4.3.1.1.2), the conventional free air or enclosed rotor thermal current, the rated frequency (see Sub-clause 4.3.3), the rated duty (see Sub-clause 4.3.4), the starting characteristics (see Sub-clause 4.3.5.5) and the type of protective enclosure.

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

When the rotor part of a rheostatic rotor starter is rated separately, the indication of a rated rotor operational current may be supplemented by the maximum rated power output, for motors having the rated rotor operational voltage considered, of the motor for which that part of the starter (switching devices, connecting links, relays, resistors) is intended. This power varies in particular with the breakaway torque foreseen and consequently takes into account the starting characteristics (see Sub-clause 4.3.5.5).

4.3.2.8 *Rated uninterrupted current (I_u)*

Sub-clause 4.3.2.4 of Part 1 applies.

4.3.3 *Rated frequency*

Sub-clause 4.3.3 of Part 1 applies.

4.3.4 *Services assignés*

Le paragraphe 4.3.4 de la première partie est applicable.

4.3.4.1 *Service continu* (service de 8 h)

Le paragraphe 4.3.4.1 de la première partie est applicable avec le complément suivant:

Pour un démarreur étoile-triangle, un démarreur par autotransformateur à deux étapes ou un démarreur rotorique à résistances, c'est le service dans lequel le démarreur est dans la position MARCHE et les contacts principaux des appareils de connexion le constituant, qui sont fermés dans cette position, demeurent fermés, chacun d'eux étant parcouru par un courant constant pendant une durée assez longue pour que le démarreur atteigne l'équilibre thermique, cette durée ne dépassant pas 8 h sans interruption.

4.3.4.2 *Service ininterrompu*

Le paragraphe 4.3.4.2 de la première partie est applicable avec le complément suivant:

Pour un démarreur étoile-triangle, un démarreur par autotransformateur à deux étapes ou un démarreur rotorique à résistances, c'est le service dans lequel le démarreur est dans la position MARCHE et les contacts principaux des appareils de connexion le constituant, qui sont fermés dans cette position, demeurent fermés sans interruption, chacun d'eux étant parcouru par un courant constant pendant des durées supérieures à 8 h (des semaines, des mois ou même des années).

4.3.4.3 *Service intermittent périodique ou service intermittent*

Le paragraphe 4.3.4.3 de la première partie est applicable avec le complément suivant:

Pour un démarreur sous tension réduite, c'est le service dans lequel le démarreur est dans la position MARCHE et les contacts principaux des appareils de connexion le constituant demeurent fermés pendant des durées ayant une relation définie par rapport aux durées pendant lesquelles ils ne sont parcourus par aucun courant, chacune de ces durées étant trop courte pour permettre au démarreur d'atteindre l'équilibre thermique.

Les classes préférentielles de service intermittent sont:

- pour les contacteurs: 1, 3, 12, 30, 120, 300 et 1 200 (cycles de manoeuvres par heure);
- pour les démarreurs: 1, 3, 12 et 30 (cycles de manoeuvres par heure).

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

4.3.4 *Rated duties*

Sub-clause 4.3.4 of Part 1 applies.

4.3.4.1 *Eight-hour duty (continuous duty)*

Sub-clause 4.3.4.1 of Part 1 applies with the following addition:

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

4.3.4.2 *Uninterrupted duty*

Sub-clause 4.3.4.2 of Part 1 applies with the following addition:

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

4.3.4.3 *Intermittent periodic duty or intermittent duty*

Sub-clause 4.3.4.3 of Part 1 applies with the following addition:

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

Preferred classes of intermittent duty are:

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

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

Pour les démarreurs, un cycle de manoeuvres comprend le démarrage, le fonctionnement à pleine vitesse et la séparation du moteur de son alimentation.

Note.- Dans le cas de démarreurs pour service intermittent, la différence entre la constante de temps thermique du relais de surcharge et celle du moteur peut rendre un relais thermique mal adapté à la protection contre les surcharges. Il est recommandé, pour les installations prévues pour un service intermittent, que la question de la protection contre les surcharges fasse l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

4.3.4.4 *Service temporaire*

Le paragraphe 4.3.4.4 de la première partie est applicable.

4.3.4.5 *Service périodique*

Le paragraphe 4.3.4.5 de la première partie est applicable.

4.3.5 *Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge*

Le paragraphe 4.3.5 de la première partie est applicable avec les compléments suivants:

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

Les prescriptions à satisfaire sont données au paragraphe 7.2.4.4 pour les contacteurs.

4.3.5.2 *Pouvoir assigné de fermeture*

Les prescriptions concernant les différentes catégories d'emploi (voir paragraphe 4.4) sont données au paragraphe 7.2.4.1. Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ne sont valables que lorsque le contacteur ou le démarreur fonctionne suivant les prescriptions des paragraphes 7.2.1.1 et 7.2.1.2.

4.3.5.3 *Pouvoir assigné de coupure*

Les prescriptions concernant les différentes catégories d'emploi (voir paragraphe 4.4) sont données au paragraphe 7.2.4.1. Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ne sont valables que lorsque le contacteur ou le démarreur fonctionne suivant les prescriptions des paragraphes 7.2.1.1 et 7.2.1.2.

4.3.5.4 *Fonctionnement conventionnel en service*

Il est spécifié au paragraphe 7.2.4.2 comme une série de manoeuvres d'établissement et de coupure.

4.3.5.5 *Caractéristiques de démarrage et d'arrêt des démarreurs* (voir figure 6)

Les conditions représentatives de service des démarreurs sont:

- a) un sens de rotation avec coupure du moteur lancé en conditions de service normales (catégories d'emploi AC-2 et AC-3);

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

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

4.3.4.4 *Temporary duty*

Sub-clause 4.3.4.4 of Part 1 applies.

4.3.4.5 *Periodic duty*

Sub-clause 4.3.4.5 of Part 1 applies.

4.3.5 *Normal load and overload characteristics*

Sub-clause 4.3.5 of Part 1 applies with the following additions:

4.3.5.1 *Ability to withstand motor switching overload currents*

Requirements to meet these conditions are given for contactors in Sub-clause 7.2.4.4.

4.3.5.2 *Rated making capacity*

Requirements for the various utilization categories (see Sub-clause 4.4) are given in Sub-clause 7.2.4.1. The rated making and breaking capacities are only valid when the contactor or the starter is operated in accordance with the requirements of Sub-clauses 7.2.1.1 and 7.2.1.2.

4.3.5.3 *Rated breaking capacity*

Requirements for the various utilization categories (see Sub-clause 4.4) are given in Sub-clause 7.2.4.1. The rated making and breaking capacities are only valid when the contactor or the starter is operated in accordance with the requirements of Sub-clauses 7.2.1.1 and 7.2.1.2.

4.3.5.4 *Conventional operational performance*

This is specified as a series of making and breaking operations in Sub-clause 7.2.4.2.

4.3.5.5 *Starting and stopping characteristics of starters* (see Figure 6)

Typical service conditions for starters are:

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

- b) deux sens de rotation, mais la marche dans le deuxième sens n'est réalisée qu'après mise hors circuit du démarreur et obtention de l'arrêt complet du moteur (catégories d'emploi AC-2 et AC-3);
- c) un sens de rotation ou deux sens de rotation comme dans l'alinéa b), mais avec la possibilité de marche par à-coups peu fréquente. On utilise habituellement, pour cette condition de service, des démarreurs directs (catégorie d'emploi AC-3);
- d) un sens de rotation avec de fréquentes marches par à-coups. On utilise habituellement, pour cette condition de service, des démarreurs directs (catégorie d'emploi AC-4);
- e) un ou deux sens de rotation, mais avec la possibilité d'inversions de marche peu fréquentes pour arrêter le moteur, l'inversion de marche étant accompagnée d'un freinage par résistance rotorique lorsque celle-ci existe (démarreur-inverseur avec freinage). On utilise habituellement un démarreur rotorique à résistances pour cette condition de service (catégorie d'emploi AC-2);
- f) deux sens de rotation, avec la possibilité d'inversion des connexions d'alimentation du moteur pendant qu'il tourne dans le premier sens (marche par à-coups), afin d'assurer sa rotation dans l'autre sens, avec coupure du moteur lancé en conditions de service normales. On utilise habituellement, pour cette condition de service, un démarreur-inverseur direct (catégorie d'emploi AC-4).

Sauf prescription contraire, les démarreurs sont conçus en fonction des caractéristiques des moteurs compatibles avec les pouvoirs de fermeture du tableau VII. Lorsque le courant de démarrage d'un moteur dont le rotor est calé dépasse ces valeurs, il convient de diminuer en conséquence le courant d'emploi.

4.3.5.5.1 *Caractéristiques de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances*

Une distinction doit être faite entre les courants et tensions dans les circuits du stator et du rotor des moteurs à bagues. Cependant, les modifications des valeurs du courant dans les circuits du stator et du rotor, causées par les différentes étapes du démarrage, sont presque proportionnelles dans les conditions normales de fonctionnement.

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

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

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

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

où:

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

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

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

4.3.5.5.1 *Starting characteristics of rheostatic rotor starters*

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

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

U_{er} = rated rotor operational voltage;

I_{er} = rated rotor operational current;

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

where:

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

- I_1 = courant dans le circuit du rotor immédiatement avant qu'une section des résistances soit court-circuitée;
- I_2 = courant dans le circuit du rotor immédiatement après qu'une section des résistances soit court-circuitée;
- I_m = $1/2 (I_1 + I_2)$;
- T_e = couple assigné de fonctionnement du moteur;
- t_s = durée de démarrage (voir paragraphe 2.2.19);
- k = sévérité du démarrage = $\frac{I_m}{I_{er}}$

Il est reconnu que, pour de nombreuses applications, les démarreurs rotoriques à résistances ont des exigences de démarrage très spécifiques qui peuvent se traduire, non seulement par des nombres différents d'étapes de démarrage et différentes valeurs de I_1 et I_2 , mais aussi par les valeurs de I_1 et I_2 qui peuvent être différentes pour les sections de résistances elles-mêmes. On n'a donc pas essayé d'établir des paramètres normaux, mais il est recommandé de tenir compte des facteurs suivants:

- deux à six étapes de démarrage conviennent à la plupart des applications suivant le couple, l'inertie de la charge et la sévérité de démarrage demandés;
- les sections de résistances doivent, de préférence, avoir des caractéristiques thermiques assignées tenant compte de la durée de démarrage, qui dépend du couple et de l'inertie de la charge.

4.3.5.5.2 Conditions normales d'établissement et de coupure correspondant aux caractéristiques de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances

Ces conditions sont données dans le tableau VII et sont relatives au démarrage à fort couple. (En ce qui concerne la désignation des appareils mécaniques de connexion, voir figure 4.)

Note.- Les conditions relatives aux démarrages à plein couple et à demi-couple sont à l'étude.

Les conditions d'établissement et de coupure données dans le tableau VII pour la catégorie d'emploi AC-2 sont considérées comme normales.

Le circuit du démarreur doit être conçu de façon à ouvrir tous les appareils de connexion des résistances du rotor avant ou à peu près en même temps que l'ouverture de l'appareil de connexion du stator. Sinon, l'appareil de connexion du stator doit répondre aux prescriptions de la catégorie d'emploi AC-3.