

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 292-3

Première édition — First edition

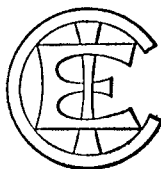
1973

Démarreurs de moteurs à basse tension

Troisième partie: Démarreurs rotoriques à résistances

Low-voltage motor starters

Part 3: Rheostatic rotor starters



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

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

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 292-3

Première édition — First edition

1973

Démarreurs de moteurs à basse tension

Troisième partie: Démarreurs rotoriques à résistances

Low-voltage motor starters

Part 3: Rheostatic rotor starters



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Objet	8
2. Définitions	8
3. Classification	12
4. Caractéristiques des démarreurs rotoriques à résistances	12
4.1 Énumération des caractéristiques	12
4.2 Types d'appareils de connexion	14
4.3 Types et caractéristiques des relais et des déclencheurs	14
4.4 Grandeurs nominales	16
4.5 Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé	32
4.6 Circuits auxiliaires	32
4.7 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	32
4.8 Types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique d'accélération	32
4.9 Types et caractéristiques des résistances de démarrage	34
5. Plaques signalétiques	34
6. Conditions normales de fonctionnement en service	36
6.1 Conditions normales de service	36
7. Conditions normales de construction	38
7.1 Réalisation mécanique	38
7.2 Enveloppes	40
7.3 Échauffement	40
7.4 Qualités diélectriques	40
7.5 Conditions de fonctionnement	44
8. Essais	44
8.1 Vérification des caractéristiques d'un démarreur	44
8.2 Essais de type	46
8.3 Essais individuels	58
8.4 Essais spéciaux	60
ANNEXES A — Indications à fournir par l'utilisateur quand les conditions de fonctionnement en service diffèrent des conditions normales	62
B — Distances d'isolement et lignes de fuite pour les démarreurs de moteurs à basse tension en courant alternatif	62
C — Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	62
D — Circuit conventionnel d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure	62
FIGURES 1 et 2	64 et 65

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. General	7
1.1 Scope	7
1.2 Object	9
2. Definitions	9
3. Classification	13
4. Characteristics of rheostatic rotor starters	13
4.1 Summary of characteristics	13
4.2 Types of switching devices	15
4.3 Types and characteristics of relays and releases	15
4.4 Rated quantities	17
4.5 Control circuits and air-supply systems	33
4.6 Auxiliary circuits	33
4.7 Co-ordination with short-circuit protective devices	33
4.8 Types and characteristics of automatic acceleration control devices	33
4.9 Types and characteristics of starting resistors	35
5. Nameplates	35
6. Standard conditions for operation in service	37
6.1 Standard service conditions	37
7. Standard conditions for construction	39
7.1 Mechanical design	39
7.2 Enclosures	41
7.3 Temperature rise	41
7.4 Dielectric properties	41
7.5 Operating conditions	45
8. Tests	45
8.1 Verification of the characteristics of a starter	45
8.2 Type tests	47
8.3 Routine tests	59
8.4 Special tests	61
APPENDIX A — Information to be given by the user when conditions for operation in service differ from the standard	63
B — Clearances and creepage distances for low-voltage a.c. motor starters	63
C — Co-ordination with short-circuit protective devices	63
D — Conventional test circuit for verification of making and breaking capacities	63
FIGURES 1 and 2	64
	and 65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DÉMARREURS DE MOTEURS À BASSE TENSION

Troisième partie : Démarreurs rotoriques à résistances

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. 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 C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la C.E.I. et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

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

A la suite d'une décision prise à Bruxelles en 1968 et confirmée à Washington en 1970, un premier projet, partiel, fut diffusé en janvier 1971 et examiné par le Sous-Comité à Bruxelles en 1971; le deuxième projet, traitant de la totalité du sujet, fut diffusé en mars 1972 et examiné lors de la réunion de Stockholm en 1972. Le troisième projet fut soumis en novembre 1972 à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Portugal
Danemark	Roumanie
Espagne	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Turquie
Hongrie	Yougoslavie
Israël	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE MOTOR STARTERS

Part 3: Rheostatic rotor 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 recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 17B, Low-Voltage Switchgear and Controlgear, of IEC Technical Committee No. 17, Switchgear and Controlgear.

Pursuant to a decision taken in Brussels in 1968 and confirmed in Washington in 1970, a first but partial draft was circulated in January 1971 and examined by the Sub-Committee in Brussels in 1971; the second draft, dealing with the whole of the object, was circulated in March 1972 and examined during the meeting held in Stockholm in 1972. The third draft was submitted to the National Committees in November 1972 for approval under the Six Months' Rule.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Norway
Austria	Portugal
Belgium	Romania
Denmark	South Africa
Finland	Spain
France	Sweden
Germany	Switzerland
Hungary	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	Yugoslavia
Netherlands	

DÉMARREURS DE MOTEURS À BASSE TENSION

Troisième partie : Démarreurs rotoriques à résistances

1. Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente recommandation est applicable aux démarreurs pour usage industriel, destinés à provoquer le démarrage d'un moteur d'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 manœuvre et à provoquer volontairement l'arrêt du moteur.

Elle n'est applicable qu'aux démarreurs dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits d'alimentation dont la tension nominale n'est pas supérieure à 1 000 V en courant alternatif. Dans le cas de moteurs asynchrones à bagues (rotors bobinés), la tension la plus élevée apparaissant entre les bagues ne doit pas être supérieure au double de la tension nominale d'isolement des appareils de connexion insérés dans le circuit du rotor (voir article 4.4.1.4).

Note. — Cette tolérance 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 recommandation s'applique également aux démarreurs à deux sens de rotation lorsque la permutation des connexions s'effectue à l'arrêt (voir article 4.4.6). Les manœuvres comprenant la marche par à-coups et l'inversion de marche nécessiteront des prescriptions supplémentaires et devront faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

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

Les démarreurs qui font l'objet de cette recommandation ne sont pas conçus pour interrompre les courants de court-circuit. En conséquence, une protection appropriée contre les courts-circuits (voir la Publication 292-1A de la CEI: Premier complément à la Publication 292-1) doit faire partie de l'installation, mais elle n'est pas nécessairement située dans le démarreur.

Les articles de cette recommandation traitant de la protection contre les surcharges peuvent ne pas être applicables au cas d'un appareillage de commande associé à des dispositifs incorporés de protection contre une élévation anormale de la température.

Note. — L'expression « incorporés » signifie « incorporés dans le moteur ».

Cette recommandation ne concerne pas:

- les démarreurs asymétriques, c'est-à-dire ceux où les résistances n'ont pas la même valeur dans toutes les phases;
- les équipements assurant non seulement le démarrage, mais aussi le réglage de la vitesse;
- les démarreurs à résistance liquide et ceux du type « liquide-vapeur »;
- les démarreurs statiques utilisant des éléments semi-conducteurs.

LOW-VOLTAGE MOTOR STARTERS

Part 3 : Rheostatic rotor starters

1. General

1.1 Scope

This Recommendation applies to starters for industrial use, designed for starting an a.c. induction motor having a wound rotor, by cutting out resistors previously inserted in the rotor circuit, and to provide means for the protection of the motor against operating overloads, and to cause intentionally the motor to stop.

It applies only to starters, the main contacts of which are intended to be connected to supply circuits the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. In the case of asynchronous slip-ring motors (wound-rotors), the highest voltage between slip-rings shall be not greater than twice the rated insulation voltage of the switching devices inserted in the rotor circuit (see Clause 4.4.1.4).

Note. — This easement 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 Recommendation applies also to starters for two directions of rotation when reversal of connections is made with the motor stopped (see Clause 4.4.6). Operations including inching and plugging will necessitate additional requirements and shall be subject to agreement between manufacturer and user.

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

The starters dealt with in this Recommendation are not designed to interrupt short-circuit currents. Therefore, suitable short-circuit protection (see IEC Publication 292-1A: First supplement to Publication 292-1) shall form part of the installation, but not necessarily in the starter.

The clauses of this Recommendation relating to overload protection may not apply in the case of controlgear associated with built-in over-temperature protective devices.

Note. — The expression “built-in” means “built into the motor”.

This Recommendation does not apply to:

- unbalanced starters, viz. where the resistances do not have the same value in all phases;
- equipments designed not only for starting, but also for adjustment of speed;
- liquid starters and those of the « liquid-vapour » type;
- static starters using semi-conductor elements.

1.2 *Objet*

La présente recommandation a pour objet de fixer:

1. les caractéristiques des démarreurs rotoriques à résistances;
2. les conditions auxquelles doivent répondre les démarreurs relativement:
 - a) à leur fonctionnement et à leur tenue;
 - b) à leurs qualités diélectriques;
3. les essais destinés à vérifier si ces conditions sont réalisées, ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais;
4. les indications à porter sur les appareils.

2. **Définitions**

Les définitions ci-après sont applicables pour la présente recommandation.

2.1 *Démarreur*

Voir Publication 292-1 de la CEI *.

2.2 *Démarreur à résistances*

Démarreur utilisant une ou plusieurs résistances pour obtenir, pendant le démarrage, des caractéristiques déterminées du couple moteur et/ou pour limiter le courant absorbé. Il comprend les appareils mécaniques de connexion nécessaires à l'élimination des résistances.

Note. — Un démarreur à résistances est généralement composé de trois parties principales qui peuvent soit être fournies dans un même ensemble soit être fournies séparément pour être raccordées entre elles sur le lieu d'utilisation:

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

2.2.1 *Démarreur rotorique à résistances*

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

2.3 (Disponible)

2.4 *Démarreur à main*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

2.5 *Démarreur électromagnétique*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

2.6 *Démarreur actionné par moteur*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

2.7 *Démarreur pneumatique*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

* Chaque fois qu'il est fait référence à la Publication 292-1 de la CEI, l'article portant le même numéro est applicable, éventuellement modifié par le texte qui suit.

1.2 *Object*

The object of this Recommendation is to state:

1. the characteristics of rheostatic rotor starters;
2. the conditions with which starters must comply with reference to:
 - a) their operation and behaviour;
 - b) their dielectric properties;
3. the tests intended for confirming that these conditions have been met, and the methods to be adopted for these tests;
4. the data to be marked on the apparatus.

2. **Definitions**

For the purpose of this Recommendation, the following definitions shall apply.

2.1 *Starter*

See IEC Publication 292-1.*

2.2 *Rheostatic starter*

A starter utilizing one or several resistors for obtaining, during starting, stated motor torque characteristics and/or for limiting the current. It comprises the mechanical switching devices necessary for cutting out the resistors.

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

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

2.2.1 *Rheostatic rotor starter*

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

2.3 (Vacant)

2.4 *Manual starter*

See IEC Publication 292-1.

2.5 *Electromagnetic starter*

See IEC Publication 292-1.

2.6 *Motor-operated starter*

See IEC Publication 292-1.

2.7 *Pneumatic starter*

See IEC Publication 292-1.

* Whenever reference is made to IEC Publication 292-1, the clause with the same clause number applies, in some instances modified by the text which follows.

- 2.8 *Démarreur électropneumatique*
Voir Publication 292-1 de la CEI.
- 2.9 *Surintensité*
Voir Publication 292-1 de la CEI.
- 2.10 *Surcharge*
Voir Publication 292-1 de la CEI.
- 2.11 *Courant de court-circuit*
Voir Publication 292-1 de la CEI.
- 2.12 *Relais ou déclencheur de surcharge*
Voir Publication 292-1 de la CEI.
- 2.13 *Relais ou déclencheur thermique de surcharge*
Voir Publication 292-1 de la CEI.
- 2.13 bis *Relais ou déclencheur magnétique de surcharge*
Relais ou déclencheur de surcharge dont le fonctionnement dépend de la force produite par un courant circulant dans la bobine d'un électro-aimant.
Note. — Un tel relais ou déclencheur a généralement une caractéristique de courant à temps inverse.
- 2.14 *Courant de réglage d'un relais ou d'un déclencheur de surcharge*
Voir Publication 292-1 de la CEI.
- 2.15 *Domaine du courant de réglage d'un relais ou d'un déclencheur de surcharge*
Voir Publication 292-1 de la CEI.
- 2.16 *Relais à minimum de courant*
Relais de mesure qui fonctionne lorsque le courant qui le traverse prend une valeur inférieure à la valeur de réglage.
- 2.17 *Démarreur à une étape*
Démarreur dans lequel il n'existe pas de position intermédiaire d'accélération entre la position ARRÊT et la position MARCHE.
Note. — C'est un démarreur direct.
- 2.18 *Démarreur à n étapes (voir figure 1)*
Démarreur dans lequel il y a $n-1$ positions intermédiaires d'accélération entre la position ARRÊT et la position MARCHE.
Exemple: Un démarreur rotorique à résistances à 3 étapes possède 2 sections de résistances utilisées pour le démarrage.

2.8 *Electro-pneumatic starter*

See I E C Publication 292-1.

2.9 *Over-current*

See I E C Publication 292-1.

2.10 *Overload*

See I E C Publication 292-1.

2.11 *Short-circuit current*

See I E C Publication 292-1.

2.12 *Overload relay or release*

See I E C Publication 292-1.

2.13 *Thermal overload relay or release*

See I E C Publication 292-1.

2.13 a *Magnetic overload relay or release*

An overload relay or release depending for its operation on the force exerted by a current flowing in the coil of an electromagnet.

Note. — Such a relay or release usually has an inverse time-delay/current characteristic.

2.14 *Current setting of an overload relay or release*

See I E C Publication 292-1.

2.15 *Current setting range of an overload relay or release*

See I E C Publication 292-1.

2.16 *Undercurrent relay*

A measuring relay which operates when the current through it is reduced below the operating value.

2.17 *Single-step starter*

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

Note. — This is a direct-on-line starter.

2.18 *n-step starter (see Figure 1)*

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

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

2.19 *Durée de démarrage t_s*

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

3. **Classification**

3.1 (Voir Publication 292-1 de la CEI.)

3.2 (Voir Publication 292-1 de la CEI.)

3.3 (Voir Publication 292-1 de la CEI.)

3.4 Suivant le degré de protection procuré par l'enveloppe, on distingue différentes catégories conformément à la Publication 144 de la CEI.

3.5 Suivant la méthode de passage d'une étape de démarrage à l'autre, on distingue:

- les démarreurs à passage automatique (c'est-à-dire indépendant de l'opérateur), par exemple: commandé par un dispositif chronométrique ou un relais à minimum de courant;
- les démarreurs à passage non automatique (c'est-à-dire dépendant de l'opérateur), par exemple: commandé à la main ou par des boutons-poussoirs;
- les démarreurs à passage semi-automatique, c'est-à-dire pour lesquels les ordres successifs de l'opérateur au cours du démarrage ne sont exécutés qu'après autorisation par un dispositif automatique.

3.6 Suivant les modes de refroidissement des résistances, on distingue les démarreurs:

- à résistances refroidies par convection;
- à résistances refroidies par air forcé;
- à résistances refroidies par immersion dans l'huile.

4. **Caractéristiques des démarreurs rotoriques à résistances**

Note. — Si, pour des applications spéciales, les étapes intermédiaires ne sont pas considérées comme des positions provisoires au moment du démarrage, mais au contraire comme des positions normales de fonctionnement, un accord relatif aux caractéristiques spéciales exigées doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur.

4.1 *Énumération des caractéristiques*

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

- caractéristiques de démarrage (voir article 4.4.6);
- types d'appareils de connexion (voir article 4.2);
- types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique d'accélération (voir article 4.8);
- types et caractéristiques des relais et des déclencheurs (voir article 4.3) et nombre de ces appareils;
- degrés de protection procurés par les enveloppes (voir Publication 144 de la CEI: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension);

2.19 *Starting time t_s*

The length of time while the starting resistors or parts of them carry current.

3. **Classification**

3.1 (See IEC Publication 292-1.)

3.2 (See IEC Publication 292-1.)

3.3 (See IEC Publication 292-1.)

3.4 According to the degree of protection provided by the enclosure, distinction is made in accordance with IEC Publication 144.

3.5 According to the method of changing starting steps, starters are designated as:

- automatic change-over (i.e. independent of the operator), e.g.: controlled by a timer or an undercurrent relay;
- non-automatic change-over (i.e. dependent on the operator), e.g.: controlled by hand or by push-buttons;
- semi-automatic change-over, i.e. for which the successive orders of the operator during starting are executed only after having been checked by an automatic device.

3.6 According to the means of cooling of resistors, starters are designed as:

- having resistors cooled by convection;
- having resistors cooled by forced air;
- having resistors cooled by immersion in oil.

4. **Characteristics of rheostatic rotor starters**

Note. — If, for special applications, the intermediate steps are not considered as transitional positions for starting, but on the contrary as normal operating connections, an agreement as to the special characteristics required shall be reached between manufacturer and user.

4.1 *Summary of characteristics*

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

- characteristics of starting (see Clause 4.4.6);
- types of switching devices (see Clause 4.2);
- types and characteristics of automatic acceleration control devices (see Clause 4.8);
- types and characteristics of relays and releases (see Clause 4.3) and number of these devices;
- degrees of protection provided by enclosures (see IEC Publication 144: Degrees of protection of enclosures for low-voltage switchgear and controlgear);

- grandeurs nominales (voir article 4.4);
- circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé (voir article 4.5);
- circuits auxiliaires (voir article 4.6);
- types et caractéristiques des résistances de démarrage (voir article 4.9);
- coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (voir la Publication 292-1A de la CIE: Premier complément à la Publication 292-1).

4.2 *Types d'appareils de connexion*

Il est nécessaire d'indiquer:

- 4.2.1 Le nombre de pôles, selon leur fonction: alimentation du stator ou mise en court-circuit des résistances.
- 4.2.2 *Le milieu de coupure (air, huile, etc.)*
- 4.2.3 *Le genre de fonctionnement*, par exemple: fonctionnement dépendant à main, fonctionnement dépendant à source d'énergie extérieure (par exemple: contacteur), fonctionnement à accumulation d'énergie, etc.

Dans le cas de démarreurs à main, on devra indiquer la nature de l'organe de commande: poignée, levier, boutons-poussoirs, etc.

4.3 *Types et caractéristiques des relais et des déclencheurs*

Note. — Dans le reste de la recommandation, on emploiera l'expression «relais de surcharge» pour désigner, suivant le cas, aussi bien un relais de surcharge qu'un déclencheur de surcharge.

4.3.1 *Types*

1. Déclencheur à bobine en dérivation (déclencheur shunt).
2. Relais ou déclencheur d'ouverture à minimum de tension.
3. Relais de surcharge à fonctionnement différé dont le retard est:
 - a) pratiquement indépendant de la charge préalable (par exemple: relais magnétique de surcharge à retard);
 - b) dépendant de la charge préalable (par exemple: relais de surcharge du type thermique).
4. Relais ou déclencheur à maximum de courant à fonctionnement instantané (s'il y a lieu).
5. Autres relais ou déclencheurs (par exemple: relais à déséquilibre de phases, auxiliaire de commande associé à des dispositifs de protection thermique du démarreur).

Note. — En ce qui concerne les types mentionnés aux points 4 et 5, une entente relative à leur application particulière est nécessaire entre le constructeur et l'utilisateur.

4.3.2 *Caractéristiques*

1. Déclencheur shunt et relais ou déclencheur d'ouverture à minimum de tension:
 - la tension nominale;
 - la fréquence nominale.
2. Relais de surcharge:
 - soit le courant de pleine charge du moteur qui lui est associé, soit le courant de déclenchement limite (voir article 7.5.3.2);

- rated quantities (see Clause 4.4);
- control circuits and air-supply systems (see Clause 4.5);
- auxiliary circuits (see Clause 4.6);
- types and characteristics of starting resistors (see Clause 4.9);
- co-ordination with short-circuit protective devices (see IEC Publication 292-1A: First supplement to Publication 292-1).

4.2 *Types of switching devices*

The following shall be stated:

- 4.2.1 Number of poles, according to their function: for supplying the stator or for short-circuiting resistors.
- 4.2.2 *Interrupting medium (air, oil, etc.)*
- 4.2.3 *Method of operation* for example: dependent manual operation, dependent power operation (e.g.: contactor), stored energy operation, etc.

In the case of manual starters, the type of operating device shall be stated: handle, lever, push-buttons, etc.

4.3 *Types and characteristics of relays and releases*

Note. — In the remainder of the Recommendation, the words “overload relay” shall be taken to apply equally to an overload relay or an overload release as appropriate.

4.3.1 *Types*

1. Release with shunt coil (shunt trip).
2. Under-voltage opening relay or release.
3. Overload time-delay relay, the time-lag of which is:
 - a) substantially independent of previous load (e.g.: time-delay magnetic overload relay);
 - b) dependent on previous load (e.g.: thermal overload relay).
4. Instantaneous over-current relay or release (when applicable).
5. Other relays or releases (e.g.: phase unbalance relay, control switch associated with devices for the thermal protection of the starter).

Note. — Types referred to in Items 4 and 5 require consultation between manufacturer and user according to the particular application.

4.3.2 *Characteristics*

1. Release with shunt coil and under-voltage opening relay or release:
 - rated voltage;
 - rated frequency.
2. Overload relay:
 - either the associated motor full-load current, or the ultimate trip current (see Clause 7.5.3.2);

- la fréquence nominale (s'il y a lieu);
- le courant de réglage (ou le domaine de réglage);
- les caractéristiques de temporisation (ou le domaine de temporisation), s'il y a lieu;
- le nombre de pôles;
- la nature du relais: thermique ou magnétique.

Notes 1. — Selon la nature du relais, les conditions d'ouverture sont données à l'article 7.5.3.2 ou à l'article 7.5.3.3.

2. — Le relais de surcharge est communément placé dans le circuit du stator. Il en résulte que, dans le cas d'un démarreur rotorique à résistances, il ne peut protéger efficacement le circuit du rotor et plus particulièrement les résistances (en général plus exposées que le rotor lui-même ou les appareils de connexion en cas de démarrage defectueux); la protection du circuit du rotor doit faire l'objet d'une convention particulière entre le constructeur et l'utilisateur (voir notamment article 7.1.1).

4.3.3 *Désignation et courants de réglage des relais de surcharge*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

4.3.4 *Caractéristiques de temporisation des relais de surcharge*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

4.3.5 *Influence de la température de l'air ambiant*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

4.4 *Grandeurs nominales*

Les grandeurs nominales relatives à un démarreur rotorique à résistances doivent être indiquées conformément aux articles 4.4.1 à 4.4.8, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les grandeurs nominales indiquées.

4.4.1 *Tensions nominales*

Un démarreur rotorique à résistances est défini par les tensions nominales suivantes:

Note. — En ce qui concerne les tensions nominales des circuits de commande, voir article 4.5.1.

4.4.1.1 *Tensions nominales statoriques d'emploi*

Une tension nominale statorique d'emploi (U_{es}) d'un démarreur rotorique à résistances est une valeur de tension qui, combinée avec un courant nominal 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.

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

4.4.1.2 *Tensions nominales rotoriques d'emploi*

Une tension nominale rotorique d'emploi (U_{er}) d'un démarreur rotorique à résistances est une valeur de tension qui, combinée avec un courant nominal 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 nominale.

- rated frequency (when necessary);
- current setting (or range of settings);
- time-current characteristics (or range of characteristics), when necessary;
- number of poles;
- nature of the relay: thermal or magnetic.

Notes 1. — Depending on the nature of the relay, the opening conditions are given in Clause 7.5.3.2 or in Clause 7.5.3.3.

2. — The overload relay is commonly inserted in the stator circuit. As a result, in the case of a rheostatic rotor starter, it cannot efficiently protect the rotor circuit and more particularly the resistors (generally more easily damageable than the rotor itself or the switching devices in case of a faulty starting); protection of the rotor circuit shall be the subject of a specific agreement between manufacturer and user (see inter alia Clause 7.1.1).

4.3.3 *Designation and current settings of overload relays*

See IEC Publication 292-1.

4.3.4 *Time-current characteristics of overload relays*

See IEC Publication 292-1.

4.3.5 *Influence of ambient air temperature*

See IEC Publication 292-1.

4.4 *Rated quantities*

The rated quantities established for a rheostatic rotor starter shall be stated in accordance with Clauses 4.4.1 to 4.4.8, but it is not necessary to establish all the rated quantities listed.

4.4.1 *Rated voltages*

A rheostatic rotor starter is defined by the following rated voltages:

Note. — For rated voltages of control circuits, see Clause 4.5.1.

4.4.1.1 *Rated stator operational voltages*

A rated stator operational voltage (U_{es}) of a rheostatic rotor starter is a value of voltage which, 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.

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

4.4.1.2 *Rated rotor operational voltages*

A rated rotor operational voltage (U_{er}) of a rheostatic rotor starter is a value of voltage which, 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.

4.4.1.3 Tension nominale statorique d'isolement

La tension nominale statorique d'isolement (U_{is}) 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, les distances d'isolement et les lignes de fuite.

Sauf indication contraire, la tension nominale statorique d'isolement est la valeur de la tension nominale statorique d'emploi la plus élevée du démarreur. En aucun cas la tension nominale d'emploi la plus élevée ne doit excéder la tension nominale d'isolement correspondante.

4.4.1.4 Tension nominale rotorique d'isolement

La tension nominale rotorique d'isolement (U_{ir}) d'un démarreur rotorique à résistances 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, les distances d'isolement et les lignes de fuite.

Il est à noter que la tension correspondant à la tension nominale rotorique d'isolement n'est appliquée que pendant un court laps de temps durant la période de démarrage. C'est pourquoi il est autorisé que la tension nominale rotorique d'emploi excède de 100 % la tension nominale rotorique d'isolement.

De plus, il est à noter que 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 que ce fait peut être pris en considération lors du choix du matériel et de sa disposition.

4.4.2 Courants nominaux

Un démarreur rotorique à résistances est défini par les courants nominaux suivants, relatifs à la position MARCHE, c'est-à-dire après élimination des résistances et pour une vitesse de rotation du moteur égale à sa vitesse normale.

4.4.2.1 Courant nominal statorique thermique

Le courant nominal statorique thermique (I_{ths}) d'un démarreur rotorique à résistances équipé de relais de surcharge appropriés est le courant maximal qu'il peut supporter en service de 8 heures (voir article 4.4.4.1) sans que l'échauffement de ses diverses parties dépasse les limites spécifiées à l'article 7.3 (tableaux V et VI) quand l'appareil est essayé selon les prescriptions de l'article 8.2.2.

4.4.2.2 Courant nominal rotorique thermique

Le courant nominal rotorique thermique (U_{thr}) 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 heures (voir article 4.4.4.1) sans que l'échauffement de ces éléments dépasse les limites spécifiées à l'article 7.3 (tableaux V et VI) quand l'appareil est essayé selon les prescriptions de l'article 8.2.2.

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 vérifier que, pour les services nominaux (voir article 4.4.4) 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 à l'article 7.3.

2. — Lorsque les résistances sont incorporées au démarreur, certaines conditions complémentaires peuvent être nécessaires pour tenir compte des influences mutuelles.

4.4.1.3 *Rated stator insulation voltage*

The rated stator insulation voltage (U_{is}) of a rheostatic rotor starter is the value of voltage which designates the devices inserted in the stator supply as well as the unit they are part of, and to which dielectric tests, clearances 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. In no case shall the maximum rated operational voltage exceed the corresponding rated insulation voltage.

4.4.1.4 *Rated rotor insulation voltage*

The rated rotor insulation voltage (U_{ir}) of a rheostatic rotor starter is the value of voltage which designates 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, clearances and creepage distances are referred.

It shall be noted that the voltage corresponding to the rated rotor insulation 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 %.

Further, it shall be noted that the maximum voltage between the different live parts (e.g.: the switching devices, the resistors, the 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.

4.4.2 *Rated currents*

A rheostatic rotor starter is defined by the following rated currents, related to the FULL ON position, viz. after cutting out resistors with the motor running at its normal speed.

4.4.2.1 *Rated stator thermal current*

The rated stator thermal current (I_{ths}) of a rheostatic rotor starter equipped with suitable overload relays is the maximum current it can carry on eight-hour duty (see Clause 4.4.4.1) without the temperature rise of its several parts exceeding the limits specified in Clause 7.3 (Tables V and VI) when tested in accordance with Clause 8.2.2.

4.4.2.2 *Rated rotor thermal current*

The rated rotor thermal current (I_{thr}) of a rheostatic rotor starter is the maximum current that those parts of the starter through which the rotor current flows in the FULL ON position, viz. after cutting out resistors, can carry on eight-hour duty (see Clause 4.4.4.1) without their temperature rises exceeding the limits specified in Clause 7.3 (Tables V and VI) when tested in accordance with Clause 8.2.2.

Notes 1. — For those elements (switching devices, connecting links, resistors) through which a current of practically no value flows in the FULL ON position, it shall be verified that, for the rated duties (see Clause 4.4.4) stated by the manufacturer, the value of the integral $\int_0^t i^2 dt$ does not lead to temperature rises higher than those appearing in Clause 7.3.

2. — When resistors are built-in into the starter, certain additional conditions may be necessary in order to take into account the mutual influences.

4.4.2.3 *Courants nominaux statoriques d'emploi ou puissances nominales statoriques d'emploi*

Un courant nominal statorique d'emploi (I_{es}) d'un démarreur rotorique à résistances est défini par le constructeur et tient compte du courant nominal du relais de surcharge installé dans ce démarreur, de la tension nominale statorique d'emploi (voir article 4.4.1.1), de la fréquence nominale (voir article 4.4.3), du service nominal (voir article 4.4.4), des caractéristiques de démarrage (voir article 4.4.6) et du type d'enveloppe de protection.

L'indication d'un courant nominal statorique d'emploi peut être remplacée par celle de la puissance nominale maximale disponible, sous la tension nominale 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 le courant et la puissance.

4.4.2.4 *Courants nominaux rotoriques d'emploi*

Un courant nominal rotorique d'emploi (I_{er}) d'un démarreur rotorique à résistances est défini par le constructeur et tient compte de la tension nominale rotorique d'emploi (voir article 4.4.1.2), de la fréquence nominale (voir article 4.4.3), du service nominal (voir article 4.4.4), des caractéristiques de démarrage (voir article 4.4.6) 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 nominale et que le stator est alimenté à sa tension nominale et à sa fréquence nominale.

Quand la partie d'un démarreur rotorique à résistances a des caractéristiques nominales distinctes, l'indication d'un courant nominal rotorique d'emploi peut être complétée par celle de la puissance nominale maximale disponible, pour des moteurs de la tension nominale rotorique d'emploi considérée, du moteur pour lequel cette partie du démarreur (appareils de connexion, conducteurs de liaison, relais, résistances) est prévue. Cette puissance est variable en particulier avec le couple de démarrage prévu et tient compte en conséquence des caractéristiques de démarrage (voir article 4.4.6).

4.4.3 *Fréquence nominale*

Fréquence d'alimentation pour laquelle un démarreur est établi et à laquelle correspondent les autres caractéristiques.

4.4.4 *Service nominal*

Quel que soit le service envisagé, le démarreur doit pouvoir assurer 2 cycles de manœuvres consécutifs à partir de l'état froid, l'intervalle de temps entre les deux démarrages étant égal au double de la durée de démarrage t_s .

Les services nominaux considérés comme normaux sont les suivants:

4.4.4.1 *Service de 8 heures*

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 heures sans interruption.

Notes 1. — Ce service est le service de base d'après lequel les courants nominaux thermiques du démarreur sont déterminés.

2. — Par interruption, on entend la coupure du courant par manœuvre du démarreur jusqu'à la position ARRÊT.

4.4.2.3 *Rated stator operational currents or rated stator operational powers*

A rated stator operational current (I_{es}) of a rheostatic rotor starter 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 Clause 4.4.1.1), the rated frequency (see Clause 4.4.3), the rated duty (see Clause 4.4.4), the starting characteristics (see Clause 4.4.6) 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 rotor current.

4.4.2.4 *Rated rotor operational currents*

A rated rotor operational current (I_{er}) of a rheostatic rotor starter is stated by the manufacturer and takes into account the rated rotor operational voltage (see Clause 4.4.1.2), the rated frequency (see Clause 4.4.3), the rated duty (see Clause 4.4.4), the starting characteristics (see Clause 4.4.6) 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 rated 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 indication of 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 Clause 4.4.6).

4.4.3 *Rated frequency*

The supply frequency for which a starter is designed and to which the other characteristic values correspond.

4.4.4 *Rated duty*

Whatever the duty envisaged, the starter shall be capable of permitting two successive operating cycles, starting from the cold state, the time interval between two starts being equal to twice the starting time t_s .

The rated duties considered as normal are as follows:

4.4.4.1 *Eight-hour duty*

The duty in which the starter is in the FULL ON position and the main contacts of the switching devices which constitute it, which are closed in this position, remain closed whilst each of them carries a steady current long enough for the starter to reach thermal equilibrium, but not for more than 8 hours without interruption.

Notes 1. — This is the basic duty on which the rated thermal currents of the starter are determined.

2. — “Interruption” means breaking of the current by operation of the starter up to the OFF position.

4.4.4.2 *Service ininterrompu*

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 heures (des semaines, des mois ou même des années).

Note. — Ce genre de service diffère du service de 8 heures en ce que les oxydes et les poussières peuvent s'accumuler sur les contacts et amener un échauffement progressif. Il peut être tenu compte du service ininterrompu soit par l'adoption d'un facteur de déclassement, soit par des réalisations spéciales (contacts en argent ou avec plaquettes d'argent, par exemple) (voir tableau VI).

4.4.4.3 *Service intermittent périodique ou service intermittent*

Service dans lequel les contacts principaux des appareils de connexion constituant le démarreur 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.

Le service intermittent est caractérisé par les valeurs de courant, par les durées de passage du courant et par le facteur de marche, qui est le rapport entre la durée du passage du courant dans l'appareil de connexion qui est fermé le plus longtemps et la durée totale, facteur qui est souvent exprimé par un pourcentage.

Les valeurs normales du facteur de marche sont de 15 %, 25 %, 40 % et 60 %.

4.4.4.3.1 *Classes de service intermittent*

Suivant le nombre de cycles de manœuvres qu'ils doivent être capables d'effectuer par heure, les démarreurs rotoriques à résistances sont répartis entre les diverses classes suivantes :

- Classe 0,03 : jusqu'à 3 cycles de manœuvres par heure ;
- Classe 0,1 : jusqu'à 12 cycles de manœuvres par heure ;
- Classe 0,3 : jusqu'à 30 cycles de manœuvres par heure.

Pour un démarreur rotorique à résistances, un cycle de manœuvres comprend la manœuvre de démarrage jusqu'à l'élimination de la totalité des résistances de démarrage, suivie de l'arrêt du moteur.

Note. — Dans le cas de 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 spécial entre le constructeur et l'utilisateur.

4.4.4.4 *Service temporaire*

Service dans lequel les contacts principaux des appareils de connexion constituant le démarreur demeurent fermés pendant des durées qui ne sont pas suffisamment longues pour permettre au démarreur d'atteindre l'équilibre thermique, les périodes de passage de courant étant séparées par des périodes sans courant d'une durée suffisante pour rétablir l'égalité de température avec celle du milieu refroidissant.

Les valeurs normales du service temporaire sont de 10 min, 30 min, 60 min et 90 min pour la durée du passage du courant dans l'appareil de connexion qui est fermé le plus longtemps.

4.4.4.2 *Uninterrupted duty*

The duty in which the starter is in the FULL ON position and the main contacts of the switching devices which constitute it, which are closed in this position, remain closed without interruption whilst each of them carries a steady current for periods of more than 8 hours (weeks, months, or even years).

Note. — This kind of service is set apart from the eight-hour duty because oxides and dirt can accumulate on the contacts and lead to progressive heating. Uninterrupted duty can be taken account of either by a de-rating factor or by special design considerations (e.g. silver or silver-faced contacts) (see Table VI).

4.4.4.3 *Intermittent periodic duty or intermittent duty*

The duty in which the main contacts of the switching devices constituting the starter 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.

Intermittent duty is characterized by the values of current, the durations of current flow and by the on-load factor, which is the ratio of the in-service period of the switching device which is closed the longest to the entire period, often expressed as a percentage.

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

4.4.4.3.1 *Classes of intermittent duty*

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

- Class 0.03 : up to 3 operating cycles per hour;
- Class 0.1 : up to 12 operating cycles per hour;
- Class 0.3 : up to 30 operating cycles per hour.

For a rheostatic rotor starter, an operating cycle comprises the starting operation until the cutting out of all the starting resistors, followed by the stopping of the motor.

Note. — 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 covered by special agreement between manufacturer and user.

4.4.4.4 *Temporary duty*

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

Standard values of temporary duty are 10 min, 30 min, 60 min and 90 min for the duration of current flow in the switching device which is closed the longest.

4.4.5 *Pouvoirs de fermeture et de coupure*

Les pouvoirs de fermeture et de coupure d'un démarreur rotorique à résistances sont définis conformément aux caractéristiques de démarrage spécifiées à l'article 4.4.6.1.

Note. — Certains démarreurs peuvent faire en outre l'objet de prescriptions en ce qui concerne leurs pouvoirs de fermeture et de coupure en cas de court-circuit se produisant à l'endroit où ils sont installés. Ils doivent alors répondre aux prescriptions de la présente recommandation et aux prescriptions de la Publication 157-1 de la CEE: « Appareillage à basse tension — Première partie: Disjoncteurs » (deuxième édition, articles 8.2.4 et 8.2.5) en ce qui concerne les pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure en court-circuit et le courant de courte durée admissible nominal.

4.4.5.1 *Pouvoir de fermeture nominal*

Le pouvoir de fermeture nominal d'un démarreur rotorique à résistances est une valeur de courant statorique ou rotorique que le démarreur peut établir sans soudure ou usure exagérée des contacts ni émission excessive de flammes, dans des conditions de fermeture spécifiées.

Les conditions de fermeture qui doivent être spécifiées sont:

- la tension entre pôles avant la fermeture des contacts;
- les caractéristiques du circuit d'essai.

Le pouvoir de fermeture nominal est exprimé en fonction des tensions nominales d'emploi et des courants nominaux d'emploi, ainsi que des caractéristiques de démarrage, conformément au tableau II.

Le pouvoir de fermeture nominal s'exprime par la valeur efficace de la composante périodique du courant.

Note. — La valeur de crête du courant pendant les premières demi-périodes qui suivent la fermeture du démarreur peut être, suivant les caractéristiques du circuit et l'instant de l'onde de tension où s'effectue la fermeture, notablement supérieure à la valeur de crête du courant en régime établi qui correspond à la valeur efficace entrant dans la définition du pouvoir de fermeture. Un démarreur doit être capable d'établir un courant correspondant à la composante périodique du courant qui définit son pouvoir de fermeture, quelle que soit la valeur de la composante apériodique, dans les limites qui résultent des facteurs de puissance indiqués au tableau II.

Le pouvoir de fermeture nominal n'est valable que si le fonctionnement du démarreur s'effectue conformément aux prescriptions de l'article 7.5.

4.4.5.2 *Pouvoir de coupure nominal*

Le pouvoir de coupure nominal d'un démarreur rotorique à résistances est une valeur de courant statorique ou rotorique que le démarreur peut couper sans usure exagérée des contacts ni émission excessive de flammes dans des conditions de coupure spécifiées sous la tension nominale d'emploi correspondante.

Les conditions de coupure qui doivent être spécifiées sont:

- la tension de rétablissement;
- les caractéristiques du circuit d'essai.

Le pouvoir de coupure nominal est exprimé en fonction des tensions nominales d'emploi et des courants nominaux d'emploi, ainsi que des caractéristiques d'arrêt, conformément au tableau II.

Un démarreur doit être capable de couper n'importe quelle valeur de courant jusqu'à son pouvoir de coupure nominal le plus élevé, conformément à l'article 4.4.6.

Le pouvoir de coupure nominal s'exprime par la valeur efficace de la composante périodique du courant.

4.4.5 *Making and breaking capacities*

The making and breaking capacities of a rheostatic rotor starter are defined in accordance with the starting characteristics as specified in Clause 4.4.6.1.

Note. — Certain starters may also be subjected to requirements as to their making and breaking capacities in the case of a short-circuit occurring where they are installed. They must then comply with the requirements of this Recommendation and with the requirements of IEC Publication 157-1: "Low-voltage switchgear and controlgear — Part 1: Circuit-breakers" (2nd edition, Clauses 8.2.4 and 8.2.5) for the rated short-circuit making and breaking capacities and for the rated short-time withstand current.

4.4.5.1 *Rated making capacity*

The rated making capacity of a rheostatic rotor starter is a value of stator or rotor current which the starter can make without welding or undue erosion of the contacts or excessive display of flame, under specified making conditions.

The making conditions which shall be specified are:

- the voltage between poles before contact making;
- the characteristics of the test circuit.

The rated making capacity is stated by reference to the rated operational voltages and rated operational currents, and to the starting characteristics, according to Table II.

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

Note. — The peak value of the current during the first half-cycles following closing of the starter may be appreciably greater than the peak value of the current under steady conditions which corresponds to the r.m.s. value used in the definition of making capacity, depending on the characteristics of the circuit and the instant on the voltage wave when closing occurs. A starter shall be capable of closing on a current corresponding to the a.c. component of the current which defines its making capacity, whatever the value of the d.c. component, within the limits which result from power-factors indicated in Table II.

The rated making capacity is valid only when the starter is operated in accordance with the requirements of Clause 7.5.

4.4.5.2 *Rated breaking capacity*

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

The breaking conditions which shall be specified are:

- the recovery voltage;
- the characteristics of the test circuit.

The rated breaking capacity is stated by reference to the rated operational voltages and rated operational currents, and to the stopping characteristics, according to Table II.

A starter shall be capable of breaking any value of current up to its highest rated breaking capacity, according to Clause 4.4.6.

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

4.4.6 Caractéristiques de démarrage et d'arrêt (voir figure 2)

Selon le type de la machine entraînée et son utilisation, un démarreur rotorique à résistances peut assurer les conditions de marche suivantes:

- a) un sens de rotation avec coupure du moteur lancé en conditions de marche normale;
- b) deux sens de rotation, mais la marche dans le 2nd sens n'est réalisée qu'après mise hors circuit du démarreur et obtention de l'arrêt complet du moteur.

Note. — Les démarreurs rotoriques à résistances peuvent aussi être utilisés pour:

- α) un sens de rotation ou deux sens de rotation comme dans l'alinéa b); mais avec la possibilité de marche par à-coups, c'est-à-dire que la commande est caractérisée par une ou plusieurs fermetures brèves et fréquentes des circuits du moteur dans le but d'obtenir de petits déplacements de l'organe entraîné;
- β) un ou deux sens de rotation; mais avec la possibilité d'inversion de marche, c'est-à-dire de permutation des connexions d'alimentation du moteur pendant qu'il tourne jusqu'à l'arrêt complet du moteur, permutation associée éventuellement à un freinage par résistances rotoriques (démarreur-inverseur avec freinage);
- γ) deux sens de rotation; mais avec la possibilité de permutation des connexions d'alimentation du moteur pendant qu'il tourne dans le premier sens afin d'assurer sa rotation dans l'autre sens, avec coupure du moteur lancé en conditions de marche normale;
- δ) freinage par injection de courant continu dans le circuit du stator.

Cependant, de telles conditions constituent des conditions spéciales et doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

4.4.6.1 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 phases du démarrage, sont presque proportionnelles dans les conditions normales de fonctionnement.

Les articles qui suivent traitent surtout des caractéristiques du circuit du rotor.

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

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

I_1 = le courant dans le circuit du rotor immédiatement avant qu'une section des résistances soit court-circuitée;

I_2 = le courant dans le circuit du rotor immédiatement après qu'une section des résistances a été court-circuitée;

$$I_m = \frac{1}{2} (I_1 + I_2)$$

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

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

t_s = durée de démarrage (voir article 2.19);

Note. — Il est admis que le démarreur est conçu de façon à donner, au cours du démarrage, sensiblement les mêmes valeurs pour I_1 et sensiblement les mêmes valeurs pour I_2 .

$$k = \text{sévérité du démarrage} = \frac{I_m}{I_{er}}$$

4.4.6 Starting and stopping characteristics (see Figure 2)

According to the type of the machine driven and to its utilization, a rheostatic rotor starter can ensure the following service conditions:

- a) one direction of rotation with switching off the motor during running in normal service conditions;
- b) two directions of rotation, but the running in the second direction is realized only after the starter has been switched off and the motor has completely stopped.

Note. — Rheostatic rotor starters may also be utilized for:

- a) one direction of rotation, or two directions of rotation as in Paragraph b); but with the possibility of inching, that is to say energizing the circuits of the motor once or repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism;
- β) one or two directions of rotation; but with the possibility of plugging, that is to say reversing the supply connections of the motor while it is running until it has completely stopped, this reversal being associated, if so provided, with rotor resistor braking (reversing-starter with braking);
- γ) two directions of rotation; but with the possibility of reversing the supply connections of the motor while it is running in the first direction, in order to obtain its rotating in the other direction, with switching-off of the motor during running in normal service conditions;
- δ) braking by injection of direct current into the stator circuit.

However, such conditions are special conditions and shall be subject to agreement between manufacturer and user.

4.4.6.1 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 starting process, are nearly proportional under normal operating conditions.

The following clauses deal mainly with the characteristics of the rotor circuit.

U_{er} = rated rotor operational voltage;

I_{er} = rated rotor operational current;

I_1 = the current in the rotor circuit immediately before short-circuiting a resistor section;

I_2 = the current in the rotor circuit immediately after short-circuiting a resistor section;

$$I_m = \frac{1}{2} (I_1 + I_2)$$

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

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

t_s = starting time (see Clause 2.19);

Note. — It is assumed that the starter is designed to give, during starting, approximately equal values of I_1 and approximately equal values of I_2 .

$$k = \text{severity of start} = \frac{I_m}{I_{er}}$$

Les valeurs préférées de sévérité de démarrage sont:

Démarrage à demi-couple: $I_m/I_{er} = 0,7$

Démarrage à plein couple: $I_m/I_{er} = 1,4$

Démarrage à fort couple : $I_m/I_{er} = 2,0$

Ces valeurs comportent une réserve appropriée pour l'accélération, si le couple résistant de la machine entraînée n'excède pas respectivement 0,5 ,1 et 1,4 fois le couple nominal du moteur pendant la période de démarrage.

Etant donné que le courant de démarrage et le couple moteur T_m sont en pratique suffisamment proportionnels l'un à l'autre dans le domaine entre le démarrage à demi-couple et le démarrage à fort couple, la relation suivante est applicable:

$$k \approx \frac{T_m}{T_{\text{nominal}}}$$

Sauf indications contraires du constructeur du moteur ou de l'installateur, il est admis que la chute de tension dans le circuit du rotor (rotor, appareils de connexion et conducteurs de liaison) au courant nominal rotorique d'emploi est (P étant la puissance du moteur):

Pour $P \leq 10 \text{ kW}$: $0,1 U_{\text{er}}$

Pour $10 \text{ kW} < P \leq 63 \text{ kW}$: 0.06 U\$;

Pour $63 \text{ kW} < P \leq 400 \text{ kW}$: $0,035 U_{er}$;

Pour $400 \text{ kW} < P \leq 1\,000 \text{ kW}$: $0,02 U_{er}$.

Les valeurs données dans le tableau 1 sont considérées comme normales dans la présente recommandation. Sur indication du constructeur du moteur ou pour tenir compte des caractéristiques de la machine entraînée, d'autres valeurs peuvent être choisies par le constructeur du démarreur.

TABLEAU I

Caractéristiques de démarrage

Puissance du moteur P (kW) pour un démarrage			Durée de démarrage t_s (en secondes)	Nombre de cycles de manœuvres par heure pour les classes de service intermittent (*)			Nombre normal d'étapes de démarrage (**)
à demi-couple	à plein couple	à fort couple		0,03	0,1	0,3	
$P \leq 20$	$P \leq 10$	$P \leq 7$	6	3	12	30	3
$20 < P \leq 200$	$10 < P \leq 100$	$7 < P \leq 70$	12	3	12	30	4
$P > 200$	$P > 100$	$P > 70$	20	3	12	—	6

(*) Le nombre de cycles de manœuvres par heure suppose des intervalles de temps égaux entre deux démarrages successifs.
Les valeurs données s'appliquent aux démarreurs refroidis par air; pour les démarreurs refroidis par immersion dans l'huile, les valeurs doivent être basées sur un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

(**) Dans certains cas, un nombre supérieur ou inférieur d'étapes peut être nécessaire. En particulier pour les moteurs de puissance égale ou supérieure à 100 kW, une ou plusieurs étapes supplémentaires peuvent être nécessaires afin de limiter le courant initial de démarrage et le couple d'accélération.

The preferred severities of start are:

starting with half torque : $I_m / I_{er} = 0.7$

starting with full torque : $I_m / I_{er} = 1.4$

starting with high torque : $I_m / I_{er} = 2.0$

These values incorporate an adequate reserve for acceleration, if the counter-torque of the driven machine does not exceed respectively 0.5, 1 and 1.4 times the rated motor torque during the starting period.

Since the starting current and the motor torque T_m are in practice sufficiently proportional in the range from starting with half torque to starting with high torque, the following relation applies:

$$k \approx \frac{T_m}{T_{\text{rated}}}$$

Unless otherwise stated by the motor manufacturer or the installer, it is assumed that the voltage drop in the rotor circuit (rotor, switching devices and connecting links) at the rated rotor operational current is (where P is the motor output):

For $P \leq 10$ kW $\gamma = 0.1 U_{cr}$

For $10 \text{ kW} < P \leq 63 \text{ kW}$: $0.06 U_{\text{er}}$

For $63 \text{ kW} < P \leq 400 \text{ kW}$: $0.035 U_{\text{er}}$;

For $400 \text{ kW} < P \leq 1\,000 \text{ kW}$: $0.02 U_{\text{er}}$

The values given in Table I are considered as standard in this Recommendation. If stated by the manufacturer of the motor, or in order to take account of the characteristics of the driven machinery, other values may be chosen by the manufacturer of the starter.

TABLE I
Starting characteristics

Motor output P (kW) for start with			Starting time t_s (in seconds)	Number of operating cycles per hour for classes of intermittent duty (*)			Standard number of starting steps (**)
half torque	full torque	high torque		0.03	0.1	0.3	
$P \leq 20$	$P \leq 10$	$P \leq 7$	6	3	12	30	3
$20 < P \leq 200$	$10 < P \leq 100$	$7 < P \leq 70$	12	3	12	30	4
$P > 200$	$P > 100$	$P > 70$	20	3	12	—	6

(*) The number of operating cycles per hour assumes equal periods between two successive starts. The figures given apply to starters cooled by air; for starters cooled by immersion in oil, the figures shall be based on an agreement between manufacturer and user.

(**) In certain cases, more or less steps may be required; in particular, for motors of 100 kW and upwards additional step or steps may be necessary to limit the initial starting current and accelerating torque.

4.4.6.2 Conditions normales d'établissement et de coupure correspondant aux caractéristiques de démarrage

Ces conditions sont données dans le tableau II ci-après et sont relatives au démarrage à fort couple (En ce qui concerne la désignation des appareils mécaniques de connexion, voir figure 1).

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 II sont considérées comme normales dans la présente recommandation. Tout autre type de démarrage doit être basé sur un accord entre le constructeur et l'utilisateur; les renseignements donnés dans le catalogue ou dans l'offre du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

TABLEAU II

Vérification des pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure ^(*)

Appareils mécaniques de connexion	Etablissement			Coupure		
	I/I_{es}	U/U_{es}	$\cos \varphi^{(2)}$	I/I_{es}	U_{rs}/U_{es}	$\cos \varphi^{(2)}$
CL	4	1,1	0,6	4	1,1	0,65
CR _R et CC _R	I/I_{er}	U/U_{er}	$\cos \varphi^{(2)}$	I/I_{er}	U_{rr}/U_{er}	$\cos \varphi^{(2)}$
	4	0,8	0,95	4	0,8	0,95

où :

CL = Appareil de connexion dans le circuit du stator

CR_R = Appareil de connexion pour l'élimination des résistances dans le circuit du rotor

CC_R = Appareil de connexion pour court-circuiter le rotor

I_{es} = Courant nominal statorique d'emploi (voir article 4.4.2.3)

I_{er} = Courant nominal rotorique d'emploi (voir article 4.4.2.4)

U_{es} = Tension nominale statorique d'emploi (voir article 4.4.1.1)

U_{er} = Tension nominale rotorique d'emploi (voir aussi article 4.4.1.2)

I = Courant établi ou coupé

U = Tension avant établissement

U_{rs} = Tension statorique de rétablissement

U_{rr} = Tension rotorique de rétablissement

⁽¹⁾ Les conditions d'établissement sont exprimées en valeurs efficaces, étant entendu que la valeur de crête en courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut prendre une valeur plus élevée (voir article 4.4.5.1, note).

⁽²⁾ Tolérance sur $\cos \varphi$: $\pm 0,05$.

4.4.6.2 Standard conditions for making and breaking corresponding to the starting characteristics

These conditions are given in Table II below and apply to starting with high torque (For the designation of the mechanical switching devices, see Figure 1).

Note. — Conditions for starting with full torque and half torque are under consideration.

The conditions for making and breaking as given in Table II are considered as standard in this Recommendation. Any other type of starting shall be based on agreement between manufacturer and user; information given in the manufacturer's catalogue or tender may take the place of such an agreement.

TABLE II
Verification of rated making and breaking capacities ⁽¹⁾

Mechanical switching devices	Make			Break		
	I/I_{es}	U/U_{es}	$\cos \varphi^{(2)}$	I/I_{es}	U_{rs}/U_{es}	$\cos \varphi^{(2)}$
CL	4	1.1	0.65	4	1.1	0.65
CR _R and CC _R	I/I_{er}	U/U_{er}	$\cos \varphi^{(2)}$	I/I_{er}	U_{rr}/U_{er}	$\cos \varphi^{(2)}$
	4	0.8	0.95	4	0.8	0.95

where:

CL = Switching device in the stator circuit

CR_R = Switching device for cutting out resistors in the rotor circuit

CC_R = Switching device for short-circuiting the rotor

I_{es} = Rated stator operational current (see Clause 4.4.2.3)

I_{er} = Rated rotor operational current (see Clause 4.4.2.4)

U_{es} = Rated stator operational voltage (see Clause 4.4.1.1)

U_{er} = Rated rotor operational voltage (also see Clause 4.4.1.2)

I = Current made or broken

U = Voltage before make

U_{rs} = Stator recovery voltage

U_{rr} = Rotor recovery voltage

⁽¹⁾ The conditions for making are expressed in r.m.s. values, but it is understood that the peak value of the d.c. component, corresponding to the power-factor of the circuit, may assume a higher value (see Clause 4.4.5.1, Note).

⁽²⁾ Tolerance for $\cos \varphi$: ± 0.05 .

Le circuit du démarreur doit normalement être conçu de façon à ouvrir tous les appareils de connexion relatifs aux résistances du rotor avant ou à peu près en même temps que l'ouverture de l'appareil de connexion du stator. Si une telle disposition n'est pas possible, l'appareil de connexion du stator doit répondre aux prescriptions de la catégorie d'emploi AC-3.

4.4.7 *Endurance mécanique*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

4.4.8 *Endurance électrique*

En ce qui concerne sa résistance à l'usure électrique, un démarreur rotorique à résistances est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge qu'il est susceptible d'effectuer sans réparation ni remplacement.

Etant donné que le fonctionnement d'un démarreur rotorique à résistances est soumis à d'importantes variations dans les conditions de service, il est jugé convenable de ne pas donner de valeurs normales. Cependant, il est recommandé que le constructeur indique l'endurance électrique du démarreur pour des conditions de service déterminées; cette endurance électrique peut être estimée à partir des résultats d'essais effectués sur les parties constitutives du démarreur.

4.5 *Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

4.5.1 *Pour les circuits de commande*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

4.5.2 *Pour les dispositifs d'alimentation en air comprimé*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

4.6 *Circuits auxiliaires*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

4.7 *Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits*

Voir Publication 292-1A de la CEI.

4.8 *Types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique d'accélération*

4.8.1 *Types*

Dispositifs chronométriques; par exemple: contacteurs auxiliaires temporisés (voir Publication 337-1 de la CEI) ou relais de tout-ou-rien temporisés (voir Publication 255-2 de la CEI).

Dispositifs à minimum de courant (relais à minimum de courant).

Dispositifs voltmétriques.

Dispositifs wattmétriques.

Dispositifs tachymétriques.

The starter circuit shall normally be designed to open all rotor resistor switching devices before or approximately simultaneously with the opening of the stator switching device. When this design is not possible, the stator switching device shall comply with AC-3 requirements.

4.4.7 *Mechanical endurance*

See IEC Publication 292-1.

4.4.8 *Electrical endurance*

With respect to its resistance to electrical wear, a rheostatic rotor starter is characterized by the number of on-load operating cycles which can be made without repair or replacement.

Since the operation of a rheostatic rotor starter is subjected to large variations in the service conditions, it is deemed convenient not to give standard values. However, it is recommended that the manufacturer indicate the electrical endurance of the starter for stated service conditions; this electrical endurance may be estimated from the results of tests on the component parts of the starter.

4.5 *Control circuits and air-supply systems*

See IEC Publication 292-1.

4.5.1 *For control circuits*

See IEC Publication 292-1.

4.5.2 *For air-supply systems*

See IEC Publication 292-1.

4.6 *Auxiliary circuits*

See IEC Publication 292-1.

4.7 *Co-ordination with short-circuit protective devices*

See IEC Publication 292-1A.

4.8 *Types and characteristics of automatic acceleration control devices*

4.8.1 *Types*

Timers, e.g.: time-delay contactor relays (see IEC Publication 337-1) or specified-time all-or-nothing relays (see IEC Publication 255-2).

Undercurrent devices (undercurrent relays).

Devices dependent on voltage.

Devices dependent on power.

Devices dependent on speed.

4.8.2 *Caractéristiques*

- a) Les caractéristiques des dispositifs chronométriques sont:
 - la temporisation nominale, ou le domaine de temporisation si elle est réglable;
 - pour les dispositifs chronométriques comportant une bobine, la tension nominale.
- b) Les caractéristiques des dispositifs à minimum de courant sont:
 - le courant nominal (courant nominal thermique et/ou courant de courte durée admissible nominal, suivant l'indication du constructeur);
 - le courant de réglage ou son domaine, s'il est réglable.
- c) Les caractéristiques des autres dispositifs sont à déterminer par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

4.9 *Types et caractéristiques des résistances de démarrage*

Compte tenu des caractéristiques de démarrage (voir article 4.4.6.1) et de l'article 4.4.4 relatif aux démarrages consécutifs, les résistances de démarrage doivent être caractérisées par:

- leur valeur ohmique;
- le courant thermique moyen, défini par la valeur d'un courant constant qu'elles peuvent supporter pendant un temps spécifié;
- le service nominal (voir article 4.4.4);
- le mode de refroidissement: convection;
air forcé;
immersion dans l'huile.

Elles peuvent être:

- soit incorporées au démarreur, l'échauffement qui en résulte devant être limité pour ne pas causer de dommages aux autres organes du démarreur;
- soit livrées séparément, les nature et dimensions des conducteurs de liaison devant être spécifiées par accord entre le constructeur des résistances et le constructeur du démarreur.

5. **Plaques signalétiques**

Chaque démarreur doit être muni d'une plaque signalétique portant les indications suivantes, apposées de façon indélébile à un endroit tel que ces indications soient visibles et lisibles lorsque le démarreur est en place:

- a) le nom du constructeur ou sa marque de fabrique;
- b) la désignation du type ou le numéro de série;
- c) les tensions nominales d'emploi (voir articles 4.4.1.1 et 4.4.1.2);
- d) les courants nominaux d'emploi (ou les puissances nominales), aux tensions nominales d'emploi du démarreur (voir articles 4.4.2.3 et 4.4.2.4);
- e) le service nominal, avec l'indication de la classe de service intermittent s'il y a lieu (voir article 4.4.4);
- f) la sévérité de démarrage (voir article 4.4.6.1);
- g) la durée de démarrage, si elle diffère de la valeur donnée dans le tableau I (voir article 4.4.6.1);

4.8.2 *Characteristics*

- a) The characteristics of timers are:
 - the rated time delay, or range of time delay if adjustable;
 - for timers fitted with a coil, the rated voltage.
- b) The characteristics of the undercurrent devices are:
 - the rated current (rated thermal current and/or short-time withstand current, according to the indications given by the manufacturer);
 - the current setting or its range, if adjustable.
- c) The characteristics of the other devices shall be determined by agreement between manufacturer and user.

4.9 *Types and characteristics of starting resistors*

Account being taken of the starting characteristics (see Clause 4.4.6.1) and of Clause 4.4.4 dealing with successive starts, the starting resistors shall be characterized by:

- their resistance value;
- the mean thermal current, defined by the value of steady current they can carry for a specified duration;
- the rated duty (see Clause 4.4.4);
- the method of cooling: convection;
forced air;
immersion in oil.

They can be:

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

5. **Nameplates**

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

- a) the manufacturer's name or trademark;
- b) type designation or serial number;
- c) rated operational voltages (see Clauses 4.4.1.1 and 4.4.1.2);
- d) rated operational currents (or rated powers), at the rated operational voltages of the starter (see Clauses 4.4.2.3 and 4.4.2.4);
- e) rated duty, with the indication of the class of intermittent duty if any (see Clause 4.4.4);
- f) severity of start (see Clause 4.4.6.1);
- g) starting time, if different from the figure given in Table I (see Clause 4.4.6.1);

- h) la fréquence nominale, par exemple: ~ 50 Hz;
- i) si elles sont différentes de celles de la bobine: la nature du courant, la fréquence nominale et la tension nominale d'alimentation de commande (U_s).

Si les renseignements suivants ne sont pas indiqués ailleurs par le constructeur, ils devront également figurer sur la plaque signalétique du démarreur:

- j) les tensions nominales d'isolement (voir articles 4.4.1.3 et 4.4.1.4);
- k) les courants nominaux thermiques (voir articles 4.4.2.1 et 4.4.2.2);
- l) les pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux.

Les indications suivantes, concernant les bobines de commande du démarreur, devront figurer soit sur la bobine, soit sur le démarreur:

- m) soit l'indication « courant continu » (ou le symbole $\equiv$), soit la valeur de la fréquence nominale, par exemple: ~ 50 Hz;
- n) la tension nominale de la bobine.

Pour les démarreurs commandés par air comprimé:

- o) la pression nominale d'alimentation en air comprimé et les limites de variation de cette pression, si elles sont différentes de celles spécifiées à l'article 7.5.2.

Les indications suivantes devront figurer sur le relais de surcharge:

- p) le numéro du type: 1 ou 2 (voir articles 4.3.3 et 7.5.3.2.1);
- q) le courant de réglage ou le domaine de réglage ou un repère d'identification, comme il est indiqué à l'article 4.3.3. Les renseignements donnés doivent permettre à l'utilisateur d'obtenir les caractéristiques temps-courant chez le constructeur ou dans son catalogue ou à partir d'indications fournies avec le démarreur.

Note. — Si l'espace disponible sur la plaque signalétique est insuffisant pour porter toutes les indications ci-dessus, le démarreur portera au moins les renseignements a) et b) permettant de retrouver les indications complètes chez le constructeur.

6. Conditions normales de fonctionnement en service

6.1 Conditions normales de service

Voir Publication 292-1 de la CEI.

6.1.1 Température de l'air ambiant

Voir Publication 292-1 de la CEI.

6.1.2 Altitude

Voir Publication 292-1 de la CEI.

6.1.3 Conditions atmosphériques

Voir Publication 292-1 de la CEI.

6.1.4 Conditions d'installation

Le démarreur doit être installé suivant les indications du constructeur.

- h) rated frequency, e.g.: ~ 50 Hz;
- i) if different from those of the coil: nature of current, rated frequency and rated control supply voltage (U_s).

If not evident from information stated elsewhere by the manufacturer, the following should also be stated on the starter nameplate:

- j) rated insulation voltages (see Clauses 4.4.1.3 and 4.4.1.4);
- k) rated thermal currents (see Clauses 4.4.2.1 and 4.4.2.2);
- l) rated making and breaking capacities.

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

- m) either the indication "d.c." (or the symbol $\equiv$) or value of the rated frequency, e.g.: ~ 50 Hz;
- n) rated coil voltage.

For starters operated by compressed air:

- o) rated supply pressure of the compressed air and the limits of variation of this pressure, if they are different from those specified in Clause 7.5.2.

The following information shall be placed on the overload relay:

- p) type number: 1 or 2 (see Clauses 4.3.3 and 7.5.3.2(1));
- q) current setting or setting range or an identifying mark, according to Clause 4.3.3. The information given shall make it possible for a user to obtain the time-current characteristics from the manufacturer, or from his catalogue, or from data supplied with the starter.

Note. — If the available space on the nameplate is insufficient to carry all the above data, the starter shall carry at least the information under a) and b) permitting the complete data to be obtained from the manufacturer.

6. **Standard conditions for operation in service**

6.1 *Standard service conditions*

See IEC Publication 292-1.

6.1.1 *Ambient air temperature*

See IEC Publication 292-1.

6.1.2 *Altitude*

See IEC Publication 292-1.

6.1.3 *Atmospheric conditions*

See IEC Publication 292-1.

6.1.4 *Conditions of installation*

The starter shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

Si l'échauffement d'une partie extérieure quelconque d'une enveloppe excède 40 °C, ce fait devra être indiqué par le constructeur (dans son catalogue, par exemple) pour permettre à l'utilisateur de prendre des mesures de précaution ou de placer le démarreur de façon à éviter un contact accidentel par le personnel.

Note. — Une attention particulière doit être apportée à l'emplacement ou aux mesures de protection lorsque la température de l'air à la sortie des orifices de ventilation peut être considérée comme dangereuse.

7. Conditions normales de construction

7.1 Réalisation mécanique

7.1.1 Généralités

Les matériaux doivent convenir pour l'emploi particulier et être capables de subir les essais appropriés. Au cas où une partie du démarreur est immergée dans l'huile, la construction doit être telle qu'il n'y ait pas accumulation de gaz inflammables; les parties sur lesquelles se développent les arcs et les coupe-circuit à fusibles doivent être situés de telle façon qu'il n'y ait pas de risque d'inflammation de gaz.

L'attention doit être spécialement appelée sur les qualités de résistance à la flamme et à l'humidité et sur la nécessité de protéger certains isolants contre l'humidité.

Aucune pression des contacts ne doit être transmise par des matériaux isolants autres que la matière céramique, le mica pur ou autres matériaux présentant des caractéristiques au moins équivalentes, à moins que les parties métalliques ne possèdent une élasticité suffisante pour résister à tout rétrécissement possible du matériau isolant.

Au cas où une partie du démarreur est immergée dans l'huile, la cuve doit être munie d'un dispositif indiquant le niveau d'huile correct.

Les résistances de démarrage montées à l'intérieur de l'enveloppe du démarreur doivent être disposées ou protégées de telle sorte que la chaleur dégagée ne cause aucun dommage aux autres appareils et matériaux situés dans l'enveloppe.

Si les démarreurs sont utilisés dans des conditions telles qu'un échauffement excessif des résistances de démarrage présenterait un danger particulier, il est recommandé de prévoir un dispositif approprié pour mettre le démarreur hors tension dans le cas d'un échauffement excessif. En particulier, dans le cas de résistances immergées dans l'huile, le démarreur devra être pourvu d'un dispositif approprié permettant de mettre le démarreur hors tension dans le cas d'un échauffement excessif de l'huile.

7.1.2 Distances d'isolement et lignes de fuite

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.1.3 Bornes

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.1.3.1 Disposition des bornes

Les bornes pour le raccordement des conducteurs extérieurs doivent être disposées de façon à être aisément accessibles dans les conditions d'emploi prévues.

L'emplacement des bornes doit être tel que l'isolation des conducteurs extérieurs ne soit pas endommagée par la chaleur dégagée par les résistances de démarrage.

If the temperature rise of any exterior of an enclosure exceeds 40 °C, it shall be stated by the manufacturer (e.g. in his catalogue) to enable the user to guard or locate the starter as to prevent accidental contact by personnel.

Note. — Particular attention shall be paid to the positioning or guarding where the temperature of air issuing from ventilation openings can be considered a hazard.

7. **Standard conditions for construction**

7.1 *Mechanical design*

7.1.1 *General*

Materials shall be suitable for the particular application and capable of passing the appropriate tests. If any part of the starter is oil-immersed, the construction shall be such that ignitable gases do not accumulate, and arcing parts and fuses shall be so located that there is no risk of gas ignition.

Special attention shall be called to flame and humidity resisting qualities, and to the necessity to protect certain insulating materials against humidity.

No contact pressure shall be transmitted through insulating material other than ceramic, pure mica, or other material with characteristics not less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage of the insulating material.

If any part of the starter is oil-immersed, the tank shall be provided with means for indicating the correct oil level.

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

When starters are used in conditions in which overheating of the starting resistors would represent an exceptional hazard, it is recommended that a suitable device be fitted to switch off the starter in the event of overheating. In particular, in the case of oil-immersed resistors, the starter shall be equipped with a suitable device to switch off the starter in the event of overheating of the oil.

7.1.2 *Clearances and creepage distances*

See IEC Publication 292-1.

7.1.3 *Terminals*

See IEC Publication 292-1.

7.1.3.1 *Arrangement of terminals*

The terminals intended for the connection of external conductors shall be so arranged that they are readily accessible under the intended conditions of use.

The position of the terminals shall be such that the insulation of the external conductors is not damaged by heat from the starting resistors.

7.1.3.2 *Borne de terre*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.2 *Enveloppes*

7.2.1 (Disponible)

7.2.2 *Dispositions constructives*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.2.3 *Isolement*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.3 *Echauffement*

7.3.1 *Résultats à obtenir*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.3.2 *Température de l'air ambiant*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.3.3 *Circuits principaux*

Le circuit principal du stator et les portions du circuit principal du rotor d'un démarreur rotorique à résistances qui sont parcourue par du courant dans la position MARCHE doivent être capables de supporter leurs courants nominaux thermiques (voir articles 4.4.2.1 et 4.4.2.2) sans que les échauffements excèdent les limites spécifiées au tableau VI.

De plus, la totalité des circuits principaux d'un démarreur rotorique à résistances doit être capable de supporter les courants circulant au cours d'un démarrage en service nominal (voir articles 4.4.4 et 4.4.6.1) sans que les échauffements excèdent les limites spécifiées au tableau VI.

Note. — Dans la présente recommandation, seules les bornes destinées à la connexion des conducteurs extérieurs sont considérées comme des bornes du démarreur. Quand les bornes sont destinées à la connexion de conducteurs isolés, elles doivent satisfaire aux conditions d'échauffement spécifiées au tableau VI.

7.3.4 *Enroulements des électro-aimants de commande*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

Note. — Les bobines de commande des démarreurs rotoriques à résistances qui ne sont mises sous tension que pendant la période de démarrage peuvent être considérées comme des bobines à caractéristiques nominales spéciales, mentionnées au premier alinéa du présent article.

7.3.5 *Circuits auxiliaires*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.4 *Qualités diélectriques*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.1.3.2 *Earth terminal*

See IEC Publication 292-1.

7.2 *Enclosures*

7.2.1 (Vacant)

7.2.2 *Mechanical details*

See IEC Publication 292-1.

7.2.3 *Insulation*

See IEC Publication 292-1.

7.3 *Temperature rise*

7.3.1 *Results to be obtained*

See IEC Publication 292-1.

7.3.2 *Ambient air temperature*

See IEC Publication 292-1.

7.3.3 *Main circuits*

The stator main circuit and those parts of the rotor main circuit of a rheostatic rotor starter through which current flows in the FULL ON position shall be capable of carrying their rated thermal currents (see Clauses 4.4.2.1 and 4.4.2.2) without the temperature rises exceeding the limits specified in Table VI.

Further, the complete main circuits of a rheostatic rotor starter shall be capable of carrying the currents appearing during a start in rated duty (see Clauses 4.4.4 and 4.4.6.1) without the temperature rises exceeding the limits specified in Table VI.

Note. — Only the terminals intended for external connections are considered, in this Recommendation, as terminals of the starter. When the terminals are intended for the connection of insulated conductors, they have to meet the temperature-rise conditions specified in Table VI.

7.3.4 *Windings of control electro-magnets*

See IEC Publication 292-1.

Note. — Operating coils of rheostatic rotor starters which are energized during the starting period only may be considered as specially rated coils, mentioned in the first paragraph of the present clause.

7.3.5 *Auxiliary circuits*

See IEC Publication 292-1.

7.4 *Dielectric properties*

See IEC Publication 292-1.

TABEAU VI

Limites d'échauffement des différents matériaux et organes

Nature du matériau Désignation de l'organe	Limite d'échauffement (mesures effectuées au couple thermoélectrique)
Pièces de contact dans l'air (contacts principaux, de commande et auxiliaires): — en cuivre { service ininterrompu { service de 8 heures, service intermittent } ou service temporaire — en argent ou avec plaquettes d'argent — en tous autres métaux ou métaux frittés Pièces de contact dans l'huile	45 °C 65 °C (1) (2) 65 °C
Conducteurs nus, y compris les bobines non isolées	(1)
Pièces métalliques formant ressort	(3)
Pièces métalliques se trouvant en contact avec des isolants	(4)
Pièces en métal ou en matière isolante en contact avec l'huile, à l'exception des résistances de démarrage	65 °C
Résistances de démarrage situées dans le démarreur	(2)
Résistances de démarrage situées en dehors du démarreur	(2)
Bornes de raccordement à des connexions extérieures isolées	70 °C (5)
Organes de commande manœuvrés à la main: — pièces métalliques — pièces en matière isolante	15 °C 25 °C
Parties extérieures des enveloppes contenant des résistances de démarrage	200 °C (6)
Parties extérieures d'enveloppes adjacentes à des entrées de câbles	40 °C
Huile des appareils immergés dans l'huile (mesure effectuée à environ 10 mm au-dessous de la surface de l'huile)	60 °C (7)
Air à la sortie des orifices de ventilation	200 °C (6-7)
(1) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux pièces voisines. (2) A déterminer suivant les qualités des métaux employés, et limité par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux pièces voisines. (3) La température ne doit pas atteindre une valeur telle que l'élasticité du matériau soit diminuée. Pour le cuivre, cela implique une température totale n'excédant pas + 75 °C. (4) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux matières isolantes. (5) La limite d'échauffement de 70 °C est une valeur basée sur l'essai conventionnel de l'article 8.2.2.2. Un démarreur utilisé ou essayé dans des conditions correspondant à celles d'une installation réelle peut avoir des connexions dont le type, la nature et la disposition sont différents de ceux adoptés pour l'essai; une limite différente d'échauffement des bornes peut en résulter et elle peut être demandée ou acceptée. (6) Cette limite peut être dépassée sur indication éventuelle du constructeur; dans ce cas, l'appareil devra être protégé contre les contacts avec des matériaux combustibles. (7) Mesure pouvant être effectuée au moyen d'un thermomètre.	

TABLE VI

Temperature-rise limits for the various materials and parts

Type of material Description of part	Temperature- rise limit (measured by thermocouple)
Contact parts in air (main, control and auxiliary contacts): — copper { uninterrupted duty 45 °C { eight-hour, intermittent, or temporary duty 65 °C — silver or silver-faced (1) — all other metals or sintered metals (2) Contact parts in oil 65 °C	
Bare conductors including non-insulated coils	(1)
Metallic parts acting as springs	(3)
Metallic parts in contact with insulating materials	(4)
Parts of metal or of insulating material in contact with oil, excluding starting resistors	65 °C
Starting resistors mounted in the starter	(2)
Starting resistors mounted separately	(2)
Terminals for external insulated connections	70 °C (5)
Manual operating means: — parts of metal 15 °C — parts of insulating material 25 °C	
Exteriors of enclosures which include starting resistors	200 °C (6)
Exteriors of enclosures adjacent to cable entries	40 °C
Oil in oil-immersed apparatus (measured approximately at 10 mm below the surface of the oil)	60 °C (7)
Air issuing from ventilation openings	200 °C (6-7)
(1) Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. (2) To be specified according to the properties of the metals used and limited by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. (3) The resulting temperature shall not reach a value such that the elasticity of the material is impaired. For pure copper, this implies a total temperature not exceeding + 75 °C. (4) Limited solely by the necessity of not causing any damage to insulating materials. (5) The temperature-rise limit of 70 °C is a value based on the conventional test of Clause 8.2.2.2. A starter used or tested under installation conditions may have connections the type, nature and disposition of which will not be the same as those adopted for the test; a different temperature rise of terminals may result and it may be required or accepted. (6) This limit may be exceeded if so stated by the manufacturer; in this case, the apparatus shall be protected against contact with combustible materials. (7) May be measured by thermometer.	

7.5 *Conditions de fonctionnement*

7.5.1 *Généralités*

Les démarreurs doivent être à déclenchement libre pour toutes les étapes du démarrage y compris la position MARCHÉ.

Dans le cas d'un démarreur utilisant des contacteurs, il est également nécessaire de s'assurer que, lorsque le démarreur vient de supporter de façon ininterrompue le courant de pleine charge du moteur, à la température de l'air ambiant correspondant aux caractéristiques nominales, le relais de surcharge ne déclenche pas et qu'il n'ouvre pas le circuit de la bobine du démarreur par suite des chocs mécaniques dus au fonctionnement des contacteurs.

7.5.2 *Limites de fonctionnement*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.5.3 *Ouverture par relais ou par déclencheurs*

7.5.3.1 *Ouverture par déclencheurs à bobine en dérivation*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.5.3.2 *Ouverture par relais thermiques et temporisés magnétiques de surcharge*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.5.3.2.1 *Ouverture par relais thermiques et temporisés magnétiques de surcharge quand tous leurs pôles sont alimentés*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.5.3.2.2 *Ouverture par relais thermiques multipolaires de surcharge alimentés sur quelques-uns de leurs pôles seulement*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.5.3.3 *Ouverture par relais magnétiques instantanés de surcharge*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.5.3.4 *Ouverture par relais ou déclencheurs à minimum de tension*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8. *Essais*

8.1 *Vérification des caractéristiques d'un démarreur*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8.1.1 *Essais de type*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

7.5 *Operating conditions*

7.5.1 *General*

Starters shall be trip-free at all the starting steps, including the FULL ON position.

For a starter employing contactors, it is also necessary to ensure that, when the starter has been carrying the full-load motor current continuously, at the ambient air temperature corresponding to the rated characteristics, the overload relay does not trip and open the coil circuit of the starter, as a result of mechanical shocks of operating the contactors.

7.5.2 *Limits of operation*

See IEC Publication 292-1.

7.5.3 *Opening by relays or releases*

7.5.3.1 *Opening by releases with shunt coil (shunt-trips)*

See IEC Publication 292-1.

7.5.3.2 *Opening by thermal and magnetic time-delay overload relays*

See IEC Publication 292-1.

7.5.3.2.1 *Opening by thermal and magnetic time-delay overload relays when all their poles are energized*

See IEC Publication 292-1.

7.5.3.2.2 *Opening by multipole thermal overload relays when only some of their poles are energized*

See IEC Publication 292-1.

7.5.3.3 *Opening by magnetic instantaneous overload relays*

See IEC Publication 292-1.

7.5.3.4 *Opening by undervoltage relays or releases*

See IEC Publication 292-1.

8. **Tests**

8.1 *Verification of the characteristics of a starter*

See IEC Publication 292-1.

8.1.1 *Type tests*

See IEC Publication 292-1.

8.1.2 *Essais individuels*

Ceux-ci sont constitués par:

- a) les essais de fonctionnement (voir article 8.3.2);
- b) les essais diélectriques (voir article 8.3.3);
- c) la vérification de la valeur ohmique des résistances de démarrage (voir article 8.3.2).

8.1.3 *Essais spéciaux*

Ce sont des essais faisant l'objet d'accords entre le constructeur et l'utilisateur.

8.2 *Essais de type*

8.2.1 *Généralités*

Sauf spécification contraire ou indication contraire du constructeur, chaque essai de type doit être effectué sur un démarreur propre et neuf.

Tous les essais doivent être effectués à la fréquence nominale.

Pour les essais, le démarreur doit être monté et installé selon les indications du constructeur. Les détails de l'installation (type et taille de l'enveloppe, s'il en existe une, taille des conducteurs, etc.) doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

8.2.2 *Vérification des limites d'échauffement*

Quand les résistances de démarrage sont montées à l'intérieur de l'enveloppe du démarreur ou de façon telle qu'elles peuvent exercer une action appréciable sur la température à l'intérieur de l'enveloppe, les résistances de démarrage ou des résistances de charge équivalentes doivent être alimentées de façon séparée lors des essais d'échauffement des articles 8.2.2.2, 8.2.2.3 et 8.2.2.4. La puissance dissipée dans les résistances doit être calculée en tenant compte du service nominal (voir article 4.4.4) et des caractéristiques de démarrage (voir article 4.4.6.1); elle doit correspondre à la puissance moyenne dissipée dans les résistances de démarrage.

Note. — Si on utilise des résistances de charge équivalentes, elles doivent être situées de façon telle que le dégagement de chaleur s'effectue dans des conditions représentant le plus exactement possible celles correspondant à la chaleur produite par les résistances de démarrage.

Quand les résistances sont montées à l'écart du démarreur ou n'exercent pas d'action appréciable sur la température à l'intérieur de l'enveloppe du démarreur, elles peuvent être débranchées lors des essais.

8.2.2.1 *Température de l'air ambiant*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8.2.2.2 *Essais d'échauffement du circuit principal*

Le démarreur doit être équipé du relais de surcharge répondant aux indications de l'article 4.3.3 et indiqué par le constructeur comme étant approprié au courant de pleine charge du moteur correspondant au courant nominal thermique du démarreur. Si le démarreur est équipé d'un relais réglable, on doit utiliser celui des relais de surcharge qui est réglé le plus près du maximum de son échelle.

Le démarreur et ses organes auxiliaires doivent être montés approximativement comme dans les conditions habituelles de service et doivent être protégés contre des échauffements ou des refroidissements anormaux dus à des causes extérieures.

8.1.2 *Routine tests*

They comprise:

- a) operation tests (see Clause 8.3.2);
- b) dielectric tests (see Clause 8.3.3);
- c) verification of the resistance value of the starting resistors (see Clause 8.3.2).

8.1.3 *Special tests*

These are tests subjected to agreement between manufacturer and user.

8.2 *Type tests*

8.2.1 *General*

Unless otherwise specified or stated by the manufacturer, each type test shall be carried out on a starter in a clean and new condition.

All tests shall be made at the rated frequency.

For tests, the starter shall be mounted and installed as indicated by the manufacturer. The details of installation (type and size of enclosure, if any, size of conductors, etc.) shall be part of the test report.

8.2.2 *Verification of temperature-rise limits*

When the starting resistors are mounted within the starter enclosure or in such a way that they can significantly affect the temperature within the enclosure, the starting resistors or equivalent resistive loads shall be separately energized during the temperature-rise tests of Clauses 8.2.2.2, 8.2.2.3 and 8.2.2.4. The power dissipated in the resistors shall be calculated taking into account the rated duty (see Clause 4.4.4) and the starting characteristics (see Clause 4.4.6.1); it shall correspond to the average power dissipated in the starting resistors.

Note. — If equivalent resistive loads are used, they should be so located that the heat be generated in such a manner it as nearly as possible represents the heating produced by the starting resistors.

When the resistors are mounted apart from the starter or do not significantly affect the temperature within the starter enclosure, they may be disconnected during the tests.

8.2.2.1 *Ambient air temperature*

See IEC Publication 292-1.

8.2.2.2 *Temperature-rise tests of the main circuit*

The starter shall be fitted with the overload relay complying with Clause 4.3.3, and stated by the manufacturer to be suitable for the motor full-load current corresponding to the rated thermal current of the starter. If the starter is fitted with an adjustable relay, then that overload relay which is adjusted nearest to the maximum of its scale shall be used.

The starter and its auxiliary devices shall be mounted approximately as under usual service conditions, and shall be protected against undue external heating or cooling.

Il est admis qu'on puisse, avant de commencer les essais, faire effectuer au démarreur un certain nombre de manœuvres en charge ou à vide.

Pour un démarreur équipé de contacteurs, les contacts doivent, chaque fois que possible, être fermés en alimentant les bobines de commande des contacteurs à leur tension nominale et, s'il s'agit d'appareils électropneumatiques, à la pression nominale.

L'essai d'échauffement du circuit principal est fait aux courants nominaux thermiques des circuits du stator et du rotor (voir article 7.3.3), le démarreur étant dans la position MARCHE.

L'essai doit être effectué pendant une durée suffisante (mais non supérieure à 8 heures) pour que l'échauffement atteigne une valeur constante. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 °C par heure.

Notes 1. — Dans la pratique, on peut, pour abréger l'essai, augmenter le courant pendant la première partie de l'essai et revenir ensuite au courant spécifié pour l'essai.

2. — Quand un électro-aimant de commande est alimenté pendant l'essai, la température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint aussi bien dans le circuit principal que dans l'électro-aimant de commande.

A la fin de l'essai, l'échauffement des différentes parties du circuit principal ne doit pas excéder les valeurs spécifiées au tableau VI.

Selon la valeur du courant nominal thermique, on adoptera l'une des modalités d'essai suivantes:

Pour les valeurs de courant nominal thermique I_{th} inférieures ou égales à 400 A :

- a) Les connexions doivent être des câbles ou des conducteurs de cuivre à âme unique, isolés au p.c.v., dont les sections sont données au tableau IX de la Publication 292-1 (1^{ère} édition) de la CEI.
- b) L'essai doit être effectué en courant monophasé, avec tous les pôles reliés en série; cependant, si les connexions fixes du circuit du rotor ne permettent pas l'emploi de courant monophasé, on utilisera une source d'essai ayant le nombre de phases approprié.
- c) Les connexions doivent être à l'air libre et séparées par une distance au moins égale à celle existant entre les bornes.
- d) La longueur minimale de chaque connexion provisoire, mesurée de borne à borne, doit être de:

1 m pour les sections inférieures ou égales à 10 mm²;

2 m pour les sections supérieures à 10 mm².

Pour les valeurs de courant nominal thermique I_{th} supérieures à 400 A :

Un accord doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur sur tous les points particuliers de l'essai tels que: type de la source d'alimentation, nombre de phases et fréquence (s'il y a lieu), section des connexions d'essai, etc. Ces renseignements doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

8.2.2.3 Essais d'échauffement des électro-aimants de commande

Voir Publication 292-1 de la CEI.

Note. — Ces essais ne sont pas applicables aux bobines visées dans la note de l'article 7.3.4.

8.2.2.4 Essais d'échauffement des circuits auxiliaires

Voir Publication 292-1 de la CEI.

It is permissible, before beginning the tests, to operate the starter a few times with or without load.

For a starter with contactors, the contacts shall, where practicable, be closed by energizing the contactor-operating coils at their rated voltage and, if electro-pneumatic, at the rated pressure.

The temperature-rise test of the main circuit is made at the rated thermal currents of the stator and rotor circuits (see Clause 7.3.3) and the starter shall be in the FULL ON position.

The test shall be made over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a constant value, but not exceeding 8 hours. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 °C per hour.

Notes 1. — In practice, to shorten the test, the current may be increased during the first part of the test, it being reduced to the specified test current afterwards.

2. — When a control electro-magnet is energized during the test, the temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in both the main circuit and the control electro-magnet.

At the end of the test, the temperature rise of the different parts of the main circuit shall not exceed the values specified in Table VI.

Depending on the value of the rated thermal current, one of the following procedures shall be followed:

For values of rated thermal current I_{th} up to and including 400 A:

- a) The connections shall be single-core, p.v.c.-insulated, copper cables or wires with cross-section areas as given in Table IX of IEC Publication 292-1 (1st edition).
- b) The test shall be carried out with single-phase current, with all poles connected in series; however, if the permanent connections of the rotor circuit prevent the use of single-phase current, a test supply having the appropriate number of phases shall be used.
- c) The connections shall be in free air and spaced not less than the distance existing between the terminals.
- d) The minimum length of each temporary connection from terminal to terminal shall be:
1 m for cross-sections up to and including 10 mm²;
2 m for cross-sections larger than 10 mm².

For values of rated thermal current I_{th} higher than 400 A:

Agreement shall be reached between manufacturer and user on all relevant items of the test, such as: type of supply, number of phases and frequency (where applicable), cross-sections of test connections, etc. This information shall form part of the test report.

8.2.2.3 *Temperature-rise tests on control electro-magnets*

See IEC Publication 292-1.

Note. — These tests do not apply to the coils mentioned in the Note to Clause 7.3.4.

8.2.2.4 *Temperature-rise tests of auxiliary circuits*

See IEC Publication 292-1.

8.2.2.4 bis *Essai d'échauffement des résistances de démarrage*

L'échauffement des résistances (et de l'huile dans le cas de résistances refroidies par immersion dans l'huile) ne doit pas excéder les limites spécifiées au tableau VI quand on fait fonctionner le démarreur à son service nominal (voir article 4.4.4) et selon ses caractéristiques de démarrage (voir article 4.4.6.1).

Le courant traversant chaque partie des résistances doit être thermiquement équivalent au courant pendant la durée de démarrage quand le moteur commandé fonctionne avec le couple de démarrage maximal et la durée maximale de démarrage correspondant aux caractéristiques nominales du démarreur (voir articles 4.4.4 et 4.4.6.1); dans la pratique, la valeur I_m de courant peut être employée.

Les séquences de démarrage doivent être également espacées dans le temps selon le nombre de démarrages par heure; la répartition du temps entre les étapes doit répondre aux prescriptions de l'article 4.4.6.1.

L'essai doit être effectué pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur constante, sans toutefois excéder 8 heures.

Les échauffements des enveloppes et de l'air à sa sortie ne doivent pas excéder les limites spécifiées au tableau VI.

Note. — Il est impossible d'essayer les performances des résistances de démarrage pour chaque combinaison de puissance de moteur et de tension et de courant rotoriques; il est seulement prescrit d'effectuer un nombre suffisant d'essais pour prouver, par interpolation ou par déduction, que le matériel répond à la présente recommandation.

8.2.2.5 *Mesure de la température des organes*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8.2.2.6 *Echauffement d'un organe*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8.2.2.7 *Corrections*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8.2.3 *Vérification des qualités diélectriques*

8.2.3.1 *Etat du démarreur pour les essais*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8.2.3.2 *Points d'application de la tension d'essai*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8.2.3.2.1 *Circuit principal*

Pour ces essais, tout circuit de commande ou tout circuit auxiliaire qui n'est pas normalement relié au circuit principal doit être raccordé au bâti.

8.2.2.4 a *Temperature-rise test of the starting resistors*

The temperature rise of the resistors (and of the oil in the case of oil-cooled resistors) shall not exceed the limits specified in Table VI when the starter is operated at its rated duty (see Clause 4.4.4) and according to its starting characteristics (see Clause 4.4.6.1).

The current through each part of the resistors shall be thermally equivalent to the current during the starting time when the controlled motor is operating with the maximum starting torque and starting time for which the starter is rated (see Clauses 4.4.4 and 4.4.6.1); in practice, the current value I_m can be used.

The starting sequences shall be evenly spaced in time according to the number of starts per hour, and the division of time over the steps shall be in accordance with Clause 4.4.6.1.

The test shall be made over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a constant value, but not exceeding eight hours.

The temperature rises of the enclosures and of the issuing air shall not exceed the limits specified in Table VI.

Note. — It is impracticable to test the performance of starting resistors of every combination of motor output and rotor voltage and current; it is required only that a sufficient number of tests be made to prove, by interpolation or deduction, compliance with this Recommendation.

8.2.2.5 *Measurement of the temperature of parts*

See IEC Publication 292-1.

8.2.2.6 *Temperature rise of a part*

See IEC Publication 292-1.

8.2.2.7 *Corrections*

See IEC Publication 292-1.

8.2.3 *Verification of dielectric properties*

8.2.3.1 *Condition of the starter for tests*

See IEC Publication 292-1.

8.2.3.2 *Application of the test voltage*

See IEC Publication 292-1.

8.2.3.2.1 *Main circuit*

For these tests, any control and auxiliary circuits, which are not normally connected to the main circuit, shall be connected to the frame.

A — Circuit statorique

La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min dans les conditions suivantes:

- a) les contacts principaux du circuit du stator étant fermés:
 1. entre toutes les parties sous tension de tous les pôles, réunies entre elles, et le bâti du démarreur;
 2. entre chacun des pôles et tous les autres pôles réunis au bâti du démarreur;
- b) les contacts principaux du circuit du stator étant ouverts:
 1. entre toutes les parties sous tension de tous les pôles, réunies entre elles, et le bâti du démarreur;
 2. entre les bornes d'un côté réunies entre elles et les bornes de l'autre côté réunies entre elles.

B — Circuit rotorique

La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min entre les bornes du circuit du rotor, reliées entre elles, et le bâti du démarreur:

- a) les contacts principaux du circuit du rotor étant fermés;
- b) les contacts principaux du circuit du rotor étant ouverts.

8.2.3.2.2 *Circuits de commande et circuits auxiliaires*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8.2.3.3 *Valeur de la tension d'essai*

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

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

- a)
 1. *Circuit statorique*
Pour le circuit principal, ainsi que pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires qui ne sont pas visés au paragraphe b) ci-après: conforme au tableau X, où la valeur dans la 1^{re} colonne est celle de la tension nominale statorique d'isolement.
 2. *Circuit rotorique*
Pour le circuit principal, ainsi que pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires qui ne sont pas visés au paragraphe b) ci-après: conforme au tableau X, où la valeur dans la 1^{re} colonne est celle de la tension nominale rotorique d'isolement.

TABLEAU X

Tensions nominales d'isolement V	Tension d'essai diélectrique (courant alternatif) (valeur efficace) V
Inférieures ou égales à 60	1 000
61 — 300	2 000
301 — 660	2 500
661 — 800	3 000
801 — 1 000	3 500

A — Stator circuit

The test voltage shall be applied for 1 min as follows:

- a) with the main contacts of the stator circuit closed:
 1. between all live parts of all poles connected together and the frame of the starter;
 2. between each pole and all the other poles connected to the frame of the starter;
- b) with the main contacts of the stator circuit open:
 1. between all live parts of all poles connected together and the frame of the starter;
 2. between the terminals of one side connected together, and the terminals of the other side connected together.

B — Rotor circuit

The test voltage shall be applied for 1 min between the rotor circuit terminals connected together and the frame of the starter:

- a) with the main contacts of the rotor circuit closed;
- b) with the main contacts of the rotor circuit open.

8.2.3.2.2 *Control and auxiliary circuits*

See IEC Publication 292-1.

8.2.3.3 *Value of the test voltage*

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

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

- a)
 1. *Stator circuit*
For the main circuit and for the control and auxiliary circuits which are not covered by paragraph b) below: in accordance with Table X, where the value in the first column is that of the rated stator insulation voltage.
 2. *Rotor circuit*
For the main circuit and for the control and auxiliary circuits which are not covered by paragraph b) below: in accordance with Table X, where the value in the first column is that of the rated rotor insulation voltage.

TABLE X

Rated insulation voltages V	Dielectric test voltage (a.c.) (r.m.s.) V
Up to and including 60	1 000
61 — 300	2 000
301 — 660	2 500
661 — 800	3 000
801 — 1 000	3 500

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

- Lorsque la tension nominale d'isolement U_i n'excède pas 60 V: 1 000 V.
- Lorsque la tension nominale d'isolement U_i est supérieure à 60 V: $2 U_i + 1 000$ V avec un minimum de 1 500 V.

8.2.4 *Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux*

8.2.4.1 *Généralités*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8.2.4.2 *Etat du démarreur pour les essais*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

8.2.4.3 *Circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure*

Les essais des pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être effectués avec le circuit d'essai conventionnel décrit à l'annexe D de la présente recommandation.

8.2.4.4 *Vérification du pouvoir de fermeture de l'appareil de connexion du stator*

Le courant de fermeture à obtenir à l'essai doit être celui indiqué au tableau II.

Le nombre de manœuvres de fermeture à effectuer est le suivant:

- Pour les démarreurs munis de contacteurs, le nombre de manœuvres est de 100: 50 manœuvres étant effectuées à 85 % et 50 manœuvres à 110 % de la tension nominale de la bobine du contacteur.
- Pour les démarreurs à main, le nombre de manœuvres est de 20.

L'intervalle de temps entre une manœuvre d'ouverture et la manœuvre de fermeture qui la suit immédiatement doit être compris entre 5 s et 10 s.

Note. — Pour les démarreurs importants, l'intervalle de temps maximal de 10 s spécifié ci-dessus peut être augmenté par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La durée du passage du courant d'essai ne doit pas être inférieure à 50 ms (excédant par conséquent la durée totale de rebondissement, s'il en existe, des contacts). Cependant, si l'appareil mécanique de connexion a satisfait aux essais de la Publication 158-1 de la CEI (article 8.4.1 de la deuxième édition), il n'y a pas lieu de répéter cet essai.

8.2.4.5 *Vérification du pouvoir de coupure de l'appareil de connexion du stator*

Le courant de coupure à obtenir à l'essai doit être celui indiqué au tableau II.

Le nombre total de manœuvres d'ouverture à effectuer est de 25.

Cinq de ces manœuvres sont effectuées, le démarreur étant actionné par le relais de surcharge; cependant, pour les démarreurs importants (de 630 A au moins), trois manœuvres seulement seront effectuées par déclenchement par surcharge. L'intervalle de temps entre deux manœuvres successives d'ouverture doit être aussi court que possible, compte tenu des caractéristiques de réarmement du relais de surcharge.