

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

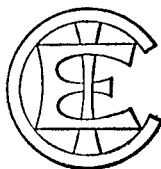
1973

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
Austria
Belgium
Denmark
Finland
France
Germany
Hungary
Israel
Italy
Japan
Netherlands

Norway
Portugal
Romania
South Africa
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States of America
Yugoslavia

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 control gear 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 CEI: 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 défectueux); 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.