

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 292-4

Première édition — First edition

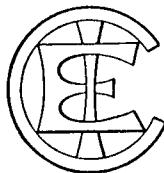
1975

Démarreurs de moteurs à basse tension

Quatrième partie : Démarreurs sous tension réduite en courant alternatif :  
Démarreurs par autotransformateurs à deux étages

Low-voltage motor starters

Part 4: Reduced voltage a.c. starters :  
Two-step auto-transformer 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**
- **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 des 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.

## Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

## 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**
- **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.

## Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 292-4

Première édition — First edition

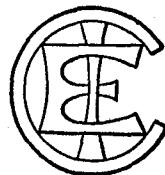
1975

Démarreurs de moteurs à basse tension

Quatrième partie : Démarreurs sous tension réduite en courant alternatif :  
Démarreurs par autotransformateurs à deux étages

Low-voltage motor starters

Part 4: Reduced voltage a.c. starters :  
Two-step auto-transformer 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 Varembé

Genève, Suisse

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE .....	4
PRÉFACE .....	4
Articles	
1. Généralités .....	6
1.1 Domaine d'application .....	6
1.2 Objet .....	6
2. Définitions .....	6
2.1 Démarreur .....	6
2.2 Démarreur direct .....	8
2.3 Démarreur-inverseur .....	8
2.4 Démarreur à main .....	8
2.5 Démarreur électromagnétique .....	8
2.6 Démarreur actionné par moteur .....	8
2.7 Démarreur pneumatique .....	8
2.8 Démarreur électropneumatique .....	8
2.9 Surintensité .....	8
2.10 Surcharge .....	8
2.11 Courant de court-circuit .....	8
2.12 Relais ou déclencheur de surcharge .....	8
2.13 Relais ou déclencheur thermique de surcharge .....	8
2.14 Courant de réglage d'un relais ou d'un déclencheur de surcharge .....	8
2.15 Domaine du courant de réglage d'un relais ou d'un déclencheur de surcharge .....	8
2.16 Relais à minimum de courant .....	8
2.17 Autotransformateur .....	10
2.18 Démarreur à deux étages .....	10
2.19 Durée de démarrage $t_d$ .....	10
2.20 Passage avec coupure du moteur .....	10
2.21 Passage sans coupure du moteur .....	10
3. Classification .....	10
4. Caractéristiques des démarreurs par autotransformateurs .....	10
4.1 Enumération des caractéristiques .....	12
4.2 Types d'appareils de connexion .....	12
4.3 Types et caractéristiques des relais et des déclencheurs .....	12
4.4 Valeurs nominales .....	14
4.5 Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé .....	20
4.6 Circuits auxiliaires .....	20
4.7 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits .....	20
4.8 Types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique de commutation .....	20
4.9 Types et caractéristiques des autotransformateurs .....	22
5. Plaques signalétiques .....	22
6. Conditions normales de fonctionnement en service .....	22
6.1 Conditions normales de service .....	22
7. Conditions normales de construction .....	24
7.1 Réalisation mécanique .....	24
7.2 Enveloppes .....	24
7.3 Echauffement .....	26
7.4 Qualités diélectriques .....	26
7.5 Conditions de fonctionnement .....	28
8. Essais .....	30
8.1 Vérification des caractéristiques d'un démarreur .....	30
8.2 Essais de type .....	30
8.3 Essais individuels .....	40
8.4 Essais spéciaux .....	40
FIGURES .....	42-43

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
PREFACE .....	5
Clause	
1. General .....	7
1.1 Scope .....	7
1.2 Object .....	7
2. Definitions .....	7
2.1 Starter .....	7
2.2 Direct-on-line starter .....	9
2.3 Reversing starter .....	9
2.4 Manual starter .....	9
2.5 Electromagnetic starter .....	9
2.6 Motor operated starter .....	9
2.7 Pneumatic starter .....	9
2.8 Electro-pneumatic starter .....	9
2.9 Over-current .....	9
2.10 Overload .....	9
2.11 Short-circuit current .....	9
2.12 Overload relay or release .....	9
2.13 Thermal overload relay or release .....	9
2.14 Current setting of an overload relay or release .....	9
2.15 Current setting range of an overload relay or release .....	9
2.16 Undercurrent relay .....	9
2.17 Auto-transformer .....	11
2.18 Two-step starter .....	11
2.19 Starting time $t_s$ .....	11
2.20 Open transition .....	11
2.21 Closed transition .....	11
3. Classification .....	11
4. Characteristics of auto-transformer starters .....	11
4.1 Summary of characteristics .....	13
4.2 Types of switching devices .....	13
4.3 Types and characteristics of relays and releases .....	13
4.4 Rated values .....	15
4.5 Control circuits and air-supply systems .....	21
4.6 Auxiliary circuits .....	21
4.7 Co-ordination with short-circuit protective devices .....	21
4.8 Types and characteristics of automatic change-over devices .....	21
4.9 Types and characteristics of auto-transformers .....	23
5. Nameplates .....	23
6. Standard conditions for operation in service .....	23
6.1 Normal service conditions .....	23
7. Standard conditions for construction .....	25
7.1 Mechanical design .....	25
7.2 Enclosures .....	25
7.3 Temperature rise .....	27
7.4 Dielectric properties .....	27
7.5 Operating conditions .....	29
8. Tests .....	31
8.1 Verification of the characteristics of a starter .....	31
8.2 Type tests .....	31
8.3 Routine tests .....	41
8.4 Special tests .....	41
FIGURES .....	42-43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DÉMARREURS DE MOTEURS À BASSE TENSION**

**Quatrième partie: Démarreurs sous tension réduite en courant alternatif:**

**Démarreurs pour autotransformateurs à deux étages**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le voeu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

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

Un premier projet fut diffusé en octobre 1973 et examiné à Paris en février-mars 1974. Un second projet fut diffusé successivement en avril 1974 suivant la Procédure Accélérée puis en juillet 1974 suivant la Règle des Six Mois.

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

Afrique du Sud (République d')  
Australie  
Belgique  
Egypte  
Espagne  
Etats-Unis d'Amérique \*  
Finlande  
France  
Israël  
Italie

Pays-Bas  
Portugal  
Royaume-Uni  
Suède  
Suisse  
Turquie  
Union des Républiques  
Socialistes Soviétiques  
Yougoslavie

\* A l'exception:

— des valeurs des distances dans l'air et des lignes de fuite telles qu'elles résultent de la Publication 292-1 (1969) de la CEI: Démarreurs de moteurs à basse tension, Première partie: Démarreurs directs (sous pleine tension) en courant alternatif;  
— des prescriptions du 1<sup>er</sup> alinéa de l'article 7.5.1 en ce qui concerne les démarreurs par autotransformateurs à main.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LOW-VOLTAGE MOTOR STARTERS**

**Part 4: Reduced voltage a.c. starters:  
Two-step auto-transformer starters**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

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

A first draft was circulated in October 1973 and examined in Paris in February-March 1974. A second draft was successively circulated in April 1974 under the Accelerated Procedure, then in July 1974 under the Six Months' Rule.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia  
Belgium  
Egypt  
Finland  
France  
Israel  
Italy  
Netherlands  
Portugal  
South Africa (Republic of)

Spain  
Sweden  
Switzerland  
Turkey  
United Kingdom  
United States of America \*  
Union of Soviet Socialist  
Republics  
Yugoslavia

\* With the exception of :

— the values for clearances and creepage distances as resulting from IEC Publication 292-1 (1969), Low-voltage Motor Starters, Part 1: Direct-on-line (full voltage) a.c. starters;  
— the requirements of the first paragraph of Clause 7.5.1 when concerning manual auto-transformer starters.

## DÉMARREURS DE MOTEURS À BASSE TENSION

### Quatrième partie: Démarreurs sous tension réduite en courant alternatif: Démarreurs par autotransformateurs à deux étapes

#### 1. Généralités

##### 1.1 Domaine d'application

La présente norme est applicable aux démarreurs par autotransformateurs à deux étapes pour usage industriel, destinés à provoquer le démarrage, dans la position de démarrage, d'un moteur à induction alimenté en courant alternatif et à l'amener à sa vitesse normale de rotation, ainsi qu'à assurer la protection du moteur et de ses circuits associés contre les surcharges lors du fonctionnement, et à provoquer volontairement l'arrêt du moteur.

*Note.* — Les démarreurs par autotransformateurs à plus de deux étapes sont considérés comme des cas particuliers devant faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Cette norme constitue un complément à la Publication 292-1 de la CEI. Démarreurs de moteurs à basse tension, Première partie: Démarreurs directs (sous pleine tension) en courant alternatif, qui reste toujours applicable pourvu qu'elle ne soit pas modifiée par la présente norme.

Les démarreurs par autotransformateurs qui font l'objet de la présente norme ne sont pas prévus pour la marche par à-coups ni pour l'inversion rapide du sens de rotation des moteurs et, en conséquence, la catégorie d'emploi AC-4 ne figure pas dans cette norme. De plus, ils ne sont pas conçus pour interrompre les courants de court-circuit; en conséquence, une protection appropriée contre les courts-circuits doit faire partie de l'installation, mais elle n'existe pas nécessairement dans le démarreur (voir annexe C de la Publication 292-1 de la CEI).

Cette norme n'est applicable qu'aux démarreurs dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension nominale n'est pas supérieure à 1 000 V en courant alternatif.

Les articles de cette norme traitant de la protection contre les surcharges ne sont pas applicables aux démarreurs qui fonctionnent en combinaison avec des dispositifs de protection contre une élévation anormale de la température, incorporés aux moteurs.

*Note.* — Dans la position de démarrage, le courant en ligne et le couple du moteur sont réduits approximativement selon le carré du rapport (tension de démarrage)/(tension nominale) par rapport aux conditions de démarrage sous la tension nominale. C'est pourquoi on utilise des démarreurs par autotransformateurs quand on désire limiter le courant d'appel dû au démarrage ou quand la machine entraînée exige un couple limité pour démarrer. La figure de la page 43 indique les courbes-types du courant de démarrage, du couple de démarrage du moteur et du couple de la machine entraînée.

##### 1.2 Objet

La présente norme a pour objet de fixer:

1. les caractéristiques des démarreurs par autotransformateurs;
2. les conditions auxquelles doivent répondre les démarreurs relativement:
  - a) à leur fonctionnement et à leur tenue;
  - b) à leurs qualités diélectriques;
  - c) aux degrés de protection procurés par leurs enveloppes;
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 norme.

##### 2.1 Démarreur

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 dans la 1<sup>re</sup> édition (1969) est applicable, éventuellement modifié par le texte qui suit.

## LOW-VOLTAGE MOTOR STARTERS

### Part 4: Reduced voltage a.c. starters: Two-step auto-transformer starters

#### 1. General

##### 1.1 Scope

This standard applies to two-step auto-transformer starters for industrial use, intended to start, in the starting position, and accelerate an a.c. induction motor to normal speed and to provide means for the protection of the motor and its associated circuits against operating overloads, and to cause the motor to stop intentionally.

*Note.* — Auto-transformer starters with more than two steps are considered as special cases subject to agreement between manufacturer and user.

This standard is additional to IEC Publication 292-1, Low-voltage Motor Starters, Part 1: Direct-on-line (Full Voltage) A.C. Starters, which also applies provided it is not amended by the present standard.

The auto-transformer starters dealt with in this standard are not intended for inching duty or reversing motors rapidly and, therefore, utilization category AC-4 does not appear. Moreover, they are not designed to interrupt short-circuit currents; therefore, suitable short-circuit protection should form part of the installation but not necessarily in the starter (see Appendix C of IEC Publication 292-1).

This standard applies only to starters the main contacts of which are intended to be connected to circuits the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c.

The clauses of this standard relating to overload protection are not applicable to starters operating in conjunction with over-temperature protective devices built into the motors.

*Note.* — In the starting position, the current in the line and the torque of the motor related to the motor starting with rated voltage are reduced approximately as the square of the ratio (starting voltage)/(rated voltage). Therefore, auto-transformer starters are used when the inrush current due to the starting is to be limited, or when the driven machine requires a limited torque for starting. The figure on page 43 indicates typical curves of starting current, of starting torque of the motor, and of torque of the driven machine.

##### 1.2 Object

The object of this standard is to state:

1. the characteristics of auto-transformer starters;
2. the conditions with which starters shall comply with reference to:
  - a) their operation and behaviour;
  - b) their dielectric properties;
  - c) the degrees of protection provided by their enclosures;
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 standard, the following definitions shall apply.

##### 2.1 Starter

See IEC Publication 292-1\*.

\* Whenever reference is made to IEC Publication 292-1, the clause with the same clause number in the first edition (1969) applies, in some instances modified by the text which follows.

2.1.1 *Démarreur par autotransformateur*

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

2.2 *Démarreur direct*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

2.3 *Démarreur-inverseur*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

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.

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.

2.14 *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.

2.1.1 *Auto-transformer starter*

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

2.2 *Direct-on-line starter*

See IEC Publication 292-1.

2.3 *Reversing starter*

See IEC Publication 292-1.

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.

2.8 *Electro-pneumatic starter*

See IEC Publication 292-1.

2.9 *Over-current*

See IEC Publication 292-1.

2.10 *Overload*

See IEC Publication 292-1.

2.11 *Short-circuit current*

See IEC Publication 292-1.

2.12 *Overload relay or release*

See IEC Publication 292-1.

2.13 *Thermal overload relay or release*

See IEC Publication 292-1.

2.14 *Current setting of an overload relay or release*

See IEC Publication 292-1.

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

See IEC 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 *Autotransformateur* (article 4.1.2 de la Publication 76 (1967) de la CEI: Transformateurs de puissance)  
Transformateur dans lequel au moins deux enroulements ont une partie commune.

2.18 *Démarreur à deux étapes*

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

2.19 *Durée de démarrage  $t_s$*  (d'un démarreur par autotransformateur)

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

2.20 *Passage avec coupure du moteur*

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

2.21 *Passage sans coupure du moteur*

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

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

### 3. 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: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.

3.5 Suivant la méthode de passage de la position de démarrage à la position MARCHE, on distingue:

- les démarreurs par autotransformateurs à commutation automatique (c'est-à-dire indépendante de l'opérateur), par exemple: commandée par un dispositif chronométrique ou un relais à minimum de courant;
- les démarreurs par autotransformateurs à commutation non automatique (c'est-à-dire dépendant de l'opérateur), par exemple: commandée à la main ou par des boutons-poussoirs.

3.6 Suivant le mode de connexion de l'autotransformateur, on distingue les démarreurs par autotransformateurs avec coupure du moteur ou sans coupure du moteur (voir schémas page 42).

3.7 Suivant le mode de refroidissement de l'autotransformateur, on distingue les démarreurs:

- par autotransformateurs refroidis par convection d'air;
- par autotransformateurs refroidis par immersion dans l'huile.

### 4. Caractéristiques des démarreurs par autotransformateurs

Dans un démarreur par autotransformateur, la position de démarrage n'est qu'une position provisoire. Si, pour des applications spéciales, la position de démarrage n'est pas provisoire mais est au contraire une position normale de fonctionnement, un accord relatif à ces caractéristiques spéciales doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur.

2.17 *Auto-transformer* (Clause 4.1.2 of IEC Publication 76 (1967), Power Transformers).

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

2.18 *Two-step starter*

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

2.19 *Starting time  $t_s$*  (of an auto-transformer starter)

The length of time while the auto-transformer carries current.

2.20 *Open transition*

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

2.21 *Closed transition*

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

*Note.* — The transition stage is not considered an additional step.

### 3. 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, Degrees of Protection of Enclosures for Low-voltage Switchgear and Controlgear.

3.5 According to the method of changing from the starting position to the FULL ON position, auto-transformer 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.

3.6 According to the method of connecting the auto-transformer, auto-transformer starters are classified as open transition starters or closed transition starters (see diagrams on page 42).

3.7 According to the method of cooling the auto-transformer, auto-transformer starters are designated as:

- having the auto-transformer air cooled by convection;
- having the auto-transformer cooled by immersion in oil.

### 4. Characteristics of auto-transformer starters

In an auto-transformer starter, the starting position is transitional only. If, for special applications, the starting position is not transitional but on the contrary is a normal operating position, an agreement concerning these special characteristics shall be reached between manufacturer and user.

#### 4.1 *Enumération des caractéristiques*

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

- Type d'appareils de connexion (voir article 4.2).
- Type et caractéristiques des dispositifs de commande automatique de commutation (voir article 4.8).
- Type et caractéristiques des relais et des déclencheurs (voir article 4.3), nombre de ces appareils.
- Degrés de protection procurés par les enveloppes (voir Publication 144 de la CEI).
- Valeurs 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).
- Type et caractéristiques de l'autotransformateur (voir article 4.9).
- Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (voir Publication 292-1A (1971) de la CEI: Premier complément à la Publication 292-1).

#### 4.2 *Types d'appareils de connexion*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

##### 4.2.1 *Le nombre de pôles*

##### 4.2.2 *Le milieu de coupure (air, huile, etc.)*

##### 4.2.3 *Le genre de fonctionnement*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 4.3 *Types et caractéristiques des relais et des déclencheurs*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

##### 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.* — L'utilisateur doit consulter le constructeur sur l'emploi particulier des types cités aux points 4 et 5.

##### 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);
  - la fréquence nominale (s'il y a lieu);
  - le courant de réglage (ou le domaine de réglage);

#### 4.1 *Summary of characteristics*

The characteristics of an auto-transformer starter shall be stated in the following terms, where such terms are applicable:

- Type of switching devices (see Clause 4.2).
- Type and characteristics of automatic change-over devices (see Clause 4.8).
- Type 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).
- Rated values (see Clause 4.4).
- Control circuits and air-supply systems (see Clause 4.5).
- Auxiliary circuits (see Clause 4.6).
- Type and characteristics of the auto-transformer (see Clause 4.9).
- Co-ordination with short-circuit protective devices (see IEC Publication 292-1A (1971): First supplement to Publication 292-1).

#### 4.2 *Types of switching devices*

See IEC Publication 292-1.

##### 4.2.1 *Number of poles*

##### 4.2.2 *Interrupting medium (air, oil, etc.)*

##### 4.2.3 *Method of operation*

See IEC Publication 292-1.

#### 4.3 *Types and characteristics of relays and releases*

See IEC Publication 292-1.

##### 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);
  - rated frequency (when necessary);
  - current setting (or range of settings);

- 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. — L'autotransformateur de démarrage est normalement conçu pour n'être utilisé que pendant la période de démarrage: en conséquence, il ne peut être efficacement protégé par le relais de surcharge en cas de démarrage défectueux. La protection de l'autotransformateur doit faire l'objet d'un accord particulier entre le constructeur et l'utilisateur (voir 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. *Valeurs nominales*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 4.4.1. *Tensions nominales*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

##### 4.4.1.1. *Tensions nominales d'emploi*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

##### 4.4.1.2. *Tension nominale d'isolation*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

##### 4.4.1.3. *Tension nominale de démarrage*

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

Les valeurs à préférer pour la tension nominale de démarrage sont 50%, 65% ou 80% de la tension nominale d'emploi.

#### 4.4.2. *Courants nominaux*

Un démarreur par autotransformateur est défini par les courants nominaux suivants; sauf dans le cas des applications spéciales prévues à l'article 4, tous ces courants nominaux se rapportent à la position MARCHE (étant donné que la position de démarrage est provisoire).

##### 4.4.2.1. *Courant nominal thermique*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

##### 4.4.2.2. *Courants nominaux d'emploi ou puissances nominales d'emploi*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 4.4.3. *Fréquence nominale*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

- 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 starting auto-transformer is normally designed for use during the starting period only; as a result, it cannot be efficiently protected by the overload relay in the event of faulty starting. Protection of the auto-transformer shall be the subject of specific agreement between manufacturer and user (see 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 values*

See IEC Publication 292-1.

#### 4.4.1 *Rated voltages*

See IEC Publication 292-1.

##### 4.4.1.1 *Rated operational voltages*

See IEC Publication 292-1.

##### 4.4.1.2 *Rated insulation voltage*

See IEC Publication 292-1.

##### 4.4.1.3 *Rated starting voltage*

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

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

#### 4.4.2 *Rated currents*

An auto-transformer starter is defined by the following rated currents; except in the case of the special applications quoted in Clause 4, all these rated currents relate to the FULL ON position (since the starting position is a transitional one).

##### 4.4.2.1 *Rated thermal current*

See IEC Publication 292-1.

##### 4.4.2.2 *Rated operational currents or rated operational powers*

See IEC Publication 292-1.

##### 4.4.3 *Rated frequency*

See IEC Publication 292-1.

#### 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 tandis que chacun d'eux est 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 sont déterminés les courants nominaux thermiques du démarreur.*

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

##### 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 tandis que chacun d'eux est 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 (par exemple: contacts en argent ou avec plaquettes d'argent) (voir tableau VI de la Publication 292-1 (1969) de la CEI).*

##### 4.4.4.3 Service intermittent périodique ou service intermittent

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

Le service intermittent est caractérisé par la valeur du courant, par la durée 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; ce facteur 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 par autotransformateurs 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 par autotransformateur, un cycle de manœuvres comprend la manœuvre de démarrage à partir de la position de démarrage jusqu'à obtention de la pleine vitesse dans la position MARCHE, 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

Voir Publication 292-1 de la CEI.

##### 4.4.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 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

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 eight 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 to the OFF position.

##### 4.4.4.2 Uninterrupted duty

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 without interruption 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 derating factor, or by special design consideration (e.g. silver or silver-faced contacts) (see Table VI of IEC Publication 292-1 (1969)).

##### 4.4.4.3 Intermittent periodic duty or intermittent duty

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

Intermittent duty is characterized by the value of current, the duration 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, auto-transformer 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 an auto-transformer starter, an operating cycle comprises the starting operation from the starting position up to and including the attainment of full speed in the FULL ON position, 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

See IEC Publication 292-1.

#### 4.4.5 Making and breaking capacities

See IEC Publication 292-1.

#### 4.4.5.1 Pouvoir de fermeture nominal

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 4.4.5.2 Pouvoir de coupure nominal

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 4.4.6 Catégorie d'emploi

Tous les démarreurs par autotransformateurs appartiennent à la catégorie d'emploi AC-3.

Cette catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants et des tensions, exprimées en multiples du courant nominal d'emploi et de la tension nominale d'emploi, ainsi que par les facteurs de puissance figurant au tableau II et d'autres conditions d'essai intervenant dans les définitions des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux; les valeurs figurant dans le tableau II correspondent aux conditions de démarrage direct dans la position MARCHE.

TABLEAU I  
Catégories d'emploi

Catégorie	Applications caractéristiques
AC-3	Démarrage des moteurs à cage, coupure des moteurs lancés

*Note. — L'application des démarreurs à la commande de moteurs à induction comprenant une correction individuelle du facteur de puissance par condensateurs doit faire l'objet d'un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur.*

TABLEAU II

Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux (voir article 8.2.4)

Conditions d'établissement et de coupure correspondant à la catégorie d'emploi <sup>(1)</sup>

Catégorie	Valeur du courant nominal d'emploi	Etablissement			Coupure		
		<i>I</i>	<i>U</i>	$\cos \varphi$ <sup>(2)</sup>	<i>I</i>	<i>U<sub>r</sub></i>	$\cos \varphi$ <sup>(3)</sup>
AC-3	$I_e \leq 17 \text{ A}$	$10 I_e$	$1,1 U_e$	0,65	$8 I_e$	$1,1 U_e$	0,65
	$17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$	$10 I_e$	$1,1 U_e$	0,35	$8 I_e$	$1,1 U_e$	0,35
	$I_e > 100 \text{ A}$	$8 I_e$ <sup>(4)</sup>	$1,1 U_e$	0,35	$6 I_e$ <sup>(4)</sup>	$1,1 U_e$	0,35

*I<sub>e</sub> = courant nominal d'emploi (voir article 4.4.2.2)*  
*U<sub>e</sub> = tension nominale d'emploi*

*I = courant établi ou coupé*  
*U = tension avant établissement*  
*U<sub>r</sub> = tension de rétablissement*

<sup>(1)</sup> Les conditions d'établissement sont exprimées en valeur efficace, 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).

<sup>(2)</sup> Tolérance sur  $\cos \varphi$ :  $\pm 0,05$ .

<sup>(3)</sup> Avec un minimum de 1 000 A.

<sup>(4)</sup> Avec un minimum de 800 A.

Les démarreurs par autotransformateurs étant définis par leur catégorie d'emploi AC-3, il est inutile de spécifier séparément les pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux puisque ces valeurs dépendent directement de cette catégorie d'emploi comme l'indique le tableau II.

La catégorie d'emploi du tableau II correspond en principe aux applications énumérées au tableau I.

#### 4.4.5.1 Rated making capacity

See IEC Publication 292-1.

#### 4.4.5.2 Rated breaking capacity

See IEC Publication 292-1.

#### 4.4.6 Utilization category

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

This utilization category is characterized by the values of the currents and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and of the rated operational voltage, and by the power-factors as shown in Table II and other test conditions used in the definitions of the rated making and breaking capacities; the values given in Table II correspond to direct starting conditions in the FULL ON position.

TABLE I  
*Utilization categories*

Category	Typical application
AC-3	Starting of squirrel-cage motors, switching-off motors during running

*Note.* — The application of starters to the switching of induction motors with individual power-factor correction by capacitors shall be subject to special agreement between manufacturer and user.

TABLE II

*Verification of the rated making and breaking capacities (see Clause 8.2.4)*  
*Conditions for making and breaking corresponding to the utilization category<sup>(1)</sup>*

Category	Value of the rated operational current	Make			Break		
		<i>I</i>	<i>U</i>	$\cos \phi^{(2)}$	<i>I</i>	<i>U<sub>r</sub></i>	$\cos \phi^{(3)}$
AC-3	$I_e \leq 17 \text{ A}$	$10 I_e$	$1.1 U_e$	0.65	$8 I_e$	$1.1 U_e$	0.65
	$17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$	$10 I_e$	$1.1 U_e$	0.35	$8 I_e$	$1.1 U_e$	0.35
	$I_e > 100 \text{ A}$	$8 I_e^{(4)}$	$1.1 U_e$	0.35	$6 I_e^{(4)}$	$1.1 U_e$	0.35

*I<sub>e</sub>* = rated operational current  
(see Clause 4.4.2.2)  
*U<sub>e</sub>* = rated operational voltage

*I* = current made or broken  
*U* = voltage before make  
*U<sub>r</sub>* = recovery voltage

<sup>(1)</sup> The conditions for making are expressed in r.m.s. values, but it is understood that the peak value of asymmetrical current corresponding to the power-factor of the circuit may assume a higher value (see Clause 4.4.5.1, Note).  
<sup>(2)</sup> Tolerance for  $\cos \phi$ :  $\pm 0.05$ .  
<sup>(3)</sup> With a minimum of 1 000 A.  
<sup>(4)</sup> With a minimum of 800 A.

Since auto-transformer starters are defined by their utilization category AC-3, it is unnecessary to specify separately the rated making and breaking capacities, as those values depend directly on this utilization category as shown in Table II.

The utilization category of Table II corresponds in principle to the applications listed in Table I.

#### 4.4.6.1 *Caractéristiques de démarrage*

Sauf indications contraires, les démarreurs par autotransformateurs et spécialement les autotransformateurs sont conçus sur la base des caractéristiques de démarrage suivantes:

##### 4.4.6.1.1 *Courant de démarrage*

Le courant de démarrage à rotor calé, lorsque le moteur est alimenté à sa tension nominale, n'excède pas  $8 I_e$  pour les valeurs de  $I_e \leq 100$  A et  $6 I_e$  pour les valeurs de  $I_e > 100$  A.

##### 4.4.6.1.2 *Durée de démarrage*

La durée de démarrage  $t_s$  (voir article 2.19) pour toutes les classes de service (voir article 4.4.4.3.1) ne doit pas être supérieure à 15 s. Le nombre de cycles de démarrage par heure suppose des intervalles de temps égaux entre les démarrages; toutefois, dans le cas de deux cycles de manœuvres effectués très rapidement l'un après l'autre (voir article 4.4.4), on doit, avant d'effectuer un autre démarrage, laisser le démarreur et l'autotransformateur revenir à la température de l'air ambiant.

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

#### 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 par autotransformateur 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 par autotransformateur 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 (1971) de la CEI.

#### 4.8 *Types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique de commutation*

##### 4.8.1 *Types*

a) Dispositifs chronométriques; par exemple: contacteurs auxiliaires temporisés (voir Publication 337-1 de la CEI: Auxiliaires de commande (appareils de connexion à basse tension pour des circuits de commande et des

#### 4.4.6.1 Starting characteristics

Unless otherwise stated, the auto-transformer starters and specifically the auto-transformers are designed on the basis of the following starting characteristics:

##### 4.4.6.1.1 Starting current

The starting current with stalled rotor, when the motor is energized at its rated voltage, does not exceed  $8 I_e$  for values of  $I_e \leq 100$  A and  $6 I_e$  for values of  $I_e > 100$  A.

##### 4.4.6.1.2 Starting time

The starting time  $t_s$  (see Clause 2.19) for all classes of duty (see Clause 4.4.4.3.1) shall not exceed 15 s. The number of starting cycles per hour assumes equal periods between starts except that, in the event of two operating cycles being made in rapid succession (see Clause 4.4.4), the starter and the auto-transformer shall be allowed to cool to ambient air temperature before a further start is made.

*Note.* — When a starting time in excess of 15 s is required, this shall be the subject of agreement between manufacturer and user.

#### 4.4.7 Mechanical endurance

See IEC Publication 292-1.

#### 4.4.8 Electrical endurance

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

Since the operation of an auto-transformer 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 (1971).

#### 4.8 Types and characteristics of automatic change-over devices

##### 4.8.1 Types

a) Timers, e.g.: time-delay contactor relays (see IEC Publication 337-1, Control Switches (Low-voltage Switching Devices for Control and Auxiliary Circuits, including Contactors Relays), Part 1: General Requirements).

circuits auxiliaires, y compris les contacteurs auxiliaires), Première partie: Prescriptions générales) ou relais de tout-ou-rien temporisés (voir Publication 255-2 de la CEI: Relais électriques, Deuxième partie: Relais de tout-ou-rien temporisés).

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

#### 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 si elle diffère de la tension en ligne du démarreur.

b) Les caractéristiques des dispositifs à minimum de courant sont:

- le courant nominal (courant nominal thermique et/ou courant de service temporaire, suivant l'indication du constructeur);
- le courant de réglage, ou son domaine s'il est réglable.

#### 4.9 *Types et caractéristiques des autotransformateurs*

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

- le nombre de prises disponibles pour régler le couple de démarrage et le courant de démarrage;
- la tension nominale de démarrage, c'est-à-dire la tension aux bornes des prises;
- le courant qu'ils peuvent supporter pendant une durée spécifiée;
- le service nominal (voir article 4.4.4);
- le mode de refroidissement: par air;
- par huile.

Les autotransformateurs peuvent être:

- soit incorporés au démarreur, l'échauffement qui en résulte devant alors être pris en considération lors de la détermination des caractéristiques nominales du démarreur;
- soit livrés séparément, les nature et dimensions des conducteurs de liaison devant être spécifiées par accord entre le constructeur du transformateur et le constructeur du démarreur.

#### 5. **Plaques signalétiques**

Voir la Publication 292-1 de la CEI, dans laquelle:

- dans l'alinéa a), les mots «la catégorie d'emploi et» sont à supprimer;
- l'alinéa i) est à supprimer;
- la nouvelle prescription suivante est à ajouter:

«L'indication suivante doit figurer sur le transformateur:

«p) la ou les tensions nominales de démarrage, c'est-à-dire la ou les tensions aux bornes des prises.

«*Note.* — L'expression peut en être donnée en pourcentage de la tension nominale d'emploi du démarreur.»

#### 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.

ments) or specified-time all-or-nothing relays (see IEC Publication 255-2, Electrical Relays, Part 2: Specified-time All-or-Nothing Relays).

b) Undercurrent devices (undercurrent relays).

#### 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 when it differs from the starter line voltage.

b) The characteristics of the undercurrent devices are:

- the rated current (thermal and/or temporary duty current, as stated by the manufacturer);
- the current setting, or its range if adjustable.

#### 4.9 *Types and characteristics of auto-transformers*

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 auto-transformers shall be characterized by:

- the number of taps available for adjusting the starting torque and current;
- the rated starting voltage, i.e. the voltage at the tapping terminals;
- the current they can carry for a specified duration;
- the rated duty (see Clause 4.4.4);
- the method of cooling: air-cooled;
- oil-cooled.

Auto-transformers can be:

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

#### 5. **Nameplates**

See IEC Publication 292-1, but:

- in Item *d*), the words “utilization category and” are to be deleted;
- Item *i*) is to be deleted;
- the following additional requirement is to be added:

“The following data shall be given on the transformer:

“*p*) rated starting voltage(s), i.e. voltage(s) at the tapping terminals.

“*Note*. — This may be expressed as a percentage of the rated operational voltage of the starter.”

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

##### 6.1 *Normal service conditions*

See IEC Publication 292-1.

###### 6.1.1 *Ambient air temperature*

See IEC Publication 292-1.

### 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*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

## 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.

Si les démarreurs sont utilisés dans des conditions telles qu'un échauffement excessif du transformateur 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 d'un transformateur immergé 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'isolation 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*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

##### 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.

#### 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*

See IEC Publication 292-1.

### 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.

When starters are used in conditions in which overheating of the starting transformer 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 an oil-immersed transformer, 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*

See IEC Publication 292-1.

###### 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 *Isolement*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

### 7.3 *Echauffement*

#### 7.3.1 *Résultats à obtenir*

Voir Publication 292-1 de la CEI, mais ajouter après le tableau V:

Etant donné que (dans le cas d'un démarreur par autotransformateur) l'autotransformateur n'est parcouru par du courant que de façon intermittente, un échauffement maximal excédant de 15 °C les valeurs figurant dans le tableau ci-dessus est permis pour les enroulements du transformateur lorsque le démarreur est actionné selon les prescriptions des articles 4.4.4 et 4.4.6.1.

#### 7.3.2 *Température de l'air ambiant*

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 7.3.3 *Circuit principal*

Le circuit principal d'un démarreur par autotransformateur doit être capable de supporter, dans la position MARCHE, son courant nominal thermique (voir article 4.4.2.1) sans que les échauffements excèdent les limites spécifiées au tableau VI de la Publication 292-1 de la CEI.

*Note.* — Dans la présente norme, 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*

Le circuit principal étant parcouru par du courant, les enroulements des bobines, y compris celles des électrovalves des démarreurs électro-pneumatiques, doivent supporter en régime continu et à la fréquence nominale, s'il y a lieu, leur tension nominale sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées aux tableaux V et VI. Des bobines aux caractéristiques nominales spéciales, par exemple des bobines de déclenchement de contacteurs à accrochage et certaines bobines de valves magnétiques pour des démarreurs pneumatiques à verrouillage, doivent supporter sans dommage le cycle de manœuvre le plus sévère pour lequel elles sont prévues.

En l'absence de courant dans le circuit principal, dans les mêmes conditions d'alimentation et sans que soient dépassées les limites d'échauffement, les enroulements des bobines des démarreurs des classes 0,1 et 0,3 de service intermittent doivent également supporter les fréquences de manœuvre suivantes:

Classe de service intermittent du démarreur	Un cycle de manœuvres de fermeture – ouverture toutes les	Durée de maintien de l'alimentation de la bobine de commande
0,1	300 s	180 s
0,3	120 s	72 s

*Note.* — Les bobines de commande des démarreurs par autotransformateurs 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.

### 7.2.3 *Insulation*

See IEC Publication 292-1.

## 7.3 *Temperature rise*

### 7.3.1 *Results to be obtained*

See IEC Publication 292-1, but add after Table V:

For the reason that (in an auto-transformer starter) the auto-transformer is energized only intermittently, a maximum temperature rise of 15°C greater than the figures in the above table is permissible for the windings of the transformer when the starter is operated according to the requirements of Clauses 4.4.4 and 4.4.6.1.

### 7.3.2 *Ambient air temperature*

See IEC Publication 292-1.

### 7.3.3 *Main circuit*

The main circuit of an auto-transformer starter shall be capable of carrying, in the FULL ON position, its rated thermal current (see Clause 4.4.2.1) without the temperature rises exceeding the limits specified in Table VI of IEC Publication 292-1.

*Note.* — Only the terminals intended for external connections are considered, in this standard, 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*

With current flowing through the main circuit, the windings of coils, including those of the electrically operated valves of electro-pneumatic starters, shall withstand under continuous load and at the rated frequency, if applicable, their rated voltage without the temperature rises exceeding the limits specified in Tables V and VI. Specially rated coils, e.g.: trip coils of latched contactors and certain magnetic valve coils for interlocked pneumatic starters, shall withstand without damage the most severe operating cycle for which they are intended.

With no current flowing through the main circuit, under the same conditions of supply and without the temperature-rise limits being exceeded, the coil windings of starters for intermittent duty Classes 0.1 and 0.3 shall also withstand the following frequencies of operation:

Intermittent duty class of the starter	One close-open operating cycle every	Interval of time during which the supply of the control coil is maintained
0.1	300 s	180 s
0.3	120 s	72 s

*Note.* — Operating coils of auto-transformer 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.

## 7.5 *Conditions de fonctionnement*

### 7.5.1 *Généralités*

Les démarreurs par autotransformateurs doivent être à déclenchement libre aussi bien dans la position de démarrage que dans la position MARCHE.

En vue d'éviter une pointe trop importante de courant ou de couple quand on passe de la position de démarrage à la position MARCHE, il est recommandé que cette manœuvre ne s'effectue que lorsque le moteur a atteint une vitesse supérieure à 80% de sa vitesse nominale.

Si le démarreur peut être laissé dans la position de démarrage, le relais ou le déclencheur de surcharge doit protéger le moteur dans cette position aussi bien que dans la position MARCHE; de plus, on doit prévoir une protection appropriée du transformateur lorsque le démarreur est dans la position de démarrage.

Le démarreur par autotransformateur doit être conçu de façon à permettre d'arrêter le moteur aussi bien à partir de la position de démarrage qu'à partir de la position MARCHE.

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'interrompt 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.

#### 7.5.4 *Commutation automatique de la position de démarrage à la position MARCHE par relais à minimum de courant*

Le courant minimal de retombée d'un relais à minimum de courant ne doit pas être inférieur à 1,5 fois le courant de réglage maximal du relais de surcharge du type 1 (voir article 4.3.3) ni inférieur à 1,3 fois le courant de réglage maximal du relais de surcharge du type 2 qui peut agir dans la position de démarrage. Le relais à minimum de courant doit être capable de supporter n'importe quelle valeur de courant, depuis le courant de réglage minimal jusqu'au courant de calage dans la position de démarrage, pendant la durée de déclenchement déterminée par le relais de surcharge sous son courant de réglage maximal.

## 7.5 Operating conditions

### 7.5.1 General

Auto-transformer starters shall be trip-free in both starting and FULL ON positions.

In order to avoid too large a peak of current or torque when changing from the starting to the FULL ON position, it is recommended that this change-over occurs only when the motor has reached a speed higher than 80% of its rated speed.

If the starter can be left in the starting position, the overload relay or release shall protect the motor in this position as well as in the FULL ON position; furthermore, an appropriate protection of the transformer when the starter is in the starting position shall be provided.

The starter shall be designed to permit stopping the motor from the starting position as well as from 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.

### 7.5.4 Automatic change-over from the starting position to the FULL ON position by undercurrent relays

The lowest drop-out current of an undercurrent relay shall be not less than 1.5 times the highest current setting of the overload relay of Type 1 (see Clause 4.3.3) and not less than 1.3 times the highest current setting of the overload relay of Type 2 which is active in the starting position. The undercurrent relay shall be able to carry any value of current from its lowest current setting to the stalled current in the starting position for the tripping time determined by the overload relay at its highest current setting.

## 8. Essais

### 8.1 Vérification des caractéristiques d'un démarreur

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 8.1.1 Essais de type

Ceux-ci sont constitués par:

- a) la vérification des limites d'échauffement (voir article 8.2.2);
- b) la vérification des qualités diélectriques (voir article 8.2.3);
- c) la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux et de l'aptitude à la commutation (voir article 8.2.4);
- d) la vérification des limites de fonctionnement (voir article 8.2.5);
- e) la vérification des limites de fonctionnement et des caractéristiques des relais de surcharge (voir article 8.2.6);
- f) la vérification de l'endurance mécanique (voir article 8.2.7).

#### 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 tension aux prises de l'autotransformateur;
- d) la vérification, aux bornes du démarreur côté moteur, de l'identité de l'ordre de succession des phases dans la position de démarrage et dans la position MARCHE du démarreur.

#### 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

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 8.2.2 Vérification des limites d'échauffement

Quand l'autotransformateur de démarrage est monté à l'intérieur de l'enveloppe du démarreur ou de façon telle qu'il peut exercer une action appréciable sur la température à l'intérieur de l'enveloppe, il doit être alimenté 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 l'autotransformateur 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 l'autotransformateur de démarrage.

Quand l'autotransformateur est monté à l'écart du démarreur ou n'exerce pas d'action appréciable sur la température à l'intérieur de l'enveloppe du démarreur, il peut être débranché 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

Voir Publication 292-1 de la CEI avec les exceptions suivantes:

— Le 4<sup>e</sup> alinéa est remplacé par:

« 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 électro-pneumatiques, à la pression nominale. »

## 8. Tests

### 8.1 Verification of the characteristics of a starter

See IEC Publication 292-1.

#### 8.1.1 Type tests

They comprise:

- a) verification of temperature-rise limits (see Clause 8.2.2);
- b) verification of dielectric properties (see Clause 8.2.3);
- c) verification of rated making and breaking capacities and of change-over ability (see Clause 8.2.4);
- d) verification of operating limits (see Clause 8.2.5);
- e) verification of operating limits and characteristics of overload relays (see Clause 8.2.6);
- f) verification of mechanical endurance (see Clause 8.2.7).

#### 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 voltage at the auto-transformer taps;
- d) verification, at the motor terminals of the starter, that the phase sequence is the same in both the starting and the FULL ON positions of the starter.

#### 8.1.3 Special tests

These are tests subjected to agreement between manufacturer and user.

## 8.2 Type tests

### 8.2.1 General

See IEC Publication 292-1.

### 8.2.2 Verification of temperature-rise limits

When the starting auto-transformer is mounted within the starter enclosure or in such a way that it can significantly affect the temperature within the enclosure, it 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 auto-transformer 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 auto-transformer.

When the auto-transformer is mounted apart from the starter or does not significantly affect the temperature within the starter enclosure, it 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

See IEC Publication 292-1 with the following exceptions:

— 4th paragraph shall read:

“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.”

— Le 5<sup>e</sup> alinéa est remplacé par:

«L'essai d'échauffement du circuit principal est fait au courant nominal thermique (voir article 7.3.3), le démarreur étant dans la position MARCHE.»

#### 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.

#### 8.2.2.4 bis *Essais d'échauffement de l'autotransformateur*

L'échauffement de l'autotransformateur (et de l'huile dans le cas d'un transformateur refroidi par immersion dans l'huile) ne doit pas excéder les limites spécifiées au tableau V de la Publication 292-1 de la CEI majorées de +15 °C (voir article 7.3.1) et celles spécifiées au tableau VI de la Publication 292-1 de la CEI 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 enroulement de l'autotransformateur doit être thermiquement équivalent au courant supporté lorsque le moteur commandé fonctionne au courant de démarrage maximal et avec la durée maximale de démarrage correspondant aux caractéristiques nominales du démarreur (voir article 4.4.6.1); on admet que cette condition est remplie si le courant fourni par l'autotransformateur pendant la durée du démarrage est égal au courant maximal de démarrage spécifié à l'article 4.4.6.1.1, multiplié par:

$$0,8 \times \frac{\text{tension de démarrage}}{U_e} \quad (\text{voir article 4.4.1.3})$$

Les cycles de manœuvres doivent être également espacés dans le temps selon le nombre de démarrages par heure (voir article 4.4.3.1).

Dans le cas de deux cycles de manœuvres consécutifs (voir article 4.4.4), l'échauffement de l'autotransformateur peut dépasser la valeur maximale fixée à l'article 7.3.1 mais il ne doit en résulter aucun dommage pour l'autotransformateur.

Dans le cas où l'autotransformateur possède plusieurs jeux de prises, l'essai doit être effectué sur les prises donnant lieu aux pertes les plus élevées dans le transformateur; la durée doit en être suffisante, sans toutefois excéder 8 heures, pour que l'échauffement atteigne une valeur constante.

Afin de faciliter l'essai, on peut utiliser des impédances connectées en étoile à la place du moteur.

#### 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.

— 5th paragraph shall read:

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

#### 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.

#### 8.2.2.4a *Temperature-rise tests of the auto-transformer*

The temperature rise of the auto-transformer (and of the oil in the case of an oil-cooled transformer) shall not exceed the limits specified in Table V of IEC Publication 292-1 increased by 15 °C (see Clause 7.3.1), and those specified in Table VI of IEC Publication 292-1 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 winding of the auto-transformer shall be thermally equivalent to the current carried when the controlled motor is operating with the maximum starting current and starting time for which the starter is rated (see Clause 4.4.6.1); this condition is assumed to be reached when the current drawn from the auto-transformer during the starting time is equal to the maximum starting current, specified in Clause 4.4.6.1.1, multiplied by:

$$0.8 \times \frac{\text{starting voltage}}{U_e} \quad (\text{see Clause 4.4.1.3})$$

The operating cycles shall be evenly spaced in time according to the number of starts per hour (see Clause 4.4.3.1).

In the event of two successive operating cycles (see Clause 4.4.4), the temperature rise of the auto-transformer may exceed the maximum value given in Clause 7.3.1 but no damage shall result to the auto-transformer.

In the case of an auto-transformer with several sets of taps, the test shall be made with the taps giving the highest power loss in the transformer; it shall be made over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a constant value, but not exceeding eight hours.

In order to facilitate this test, star connected impedances may be used in place of a motor.

#### 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 Points d'application de la tension d'essai

Voir Publication 292-1 de la CEI.

L'autotransformateur doit satisfaire aux essais diélectriques spécifiés dans la Publication 76 de la CEI; en conséquence, il doit être mis hors circuit pendant les essais diélectriques figurant dans le présent article.

#### 8.2.3.2.1 Circuit principal

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 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

Voir Publication 292-1 de la CEI.

### 8.2.4 Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux et de l'aptitude à la commutation

#### 8.2.4.1 Généralités

Les essais relatifs à la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure et de l'aptitude à la commutation d'un démarreur par autotransformateur ont pour but de vérifier que ce démarreur est apte à établir et à couper les courants donnés par le tableau II de l'article 4.4.6 et non pas de vérifier l'usure des contacts en fonctionnement de longue durée.

Les vérifications du pouvoir de fermeture et du pouvoir de coupure sont effectuées séparément.

Si les appareils de connexion utilisés dans le démarreur ont déjà été essayés en ce qui concerne leurs pouvoirs de fermeture et de coupure, le but du présent essai est seulement de vérifier l'aptitude du démarreur à effectuer la commutation de la position de démarrage à la position MARCHE. De plus, l'essai vérifiera l'aptitude du démarreur à ouvrir le circuit dans la position de démarrage, les conditions étant celles de l'article 8.2.4.4, et dans la position MARCHE, les conditions étant celles de l'article 8.2.4.5.

Si les appareils de connexion utilisés dans le démarreur ont déjà satisfait aux essais de la Publication 292-1 de la CEI relatifs à la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux et de la fonction d'inversion, il n'est pas besoin de procéder aux essais décrits dans le présent article 8.2.4.

#### 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

Voir Publication 292-1 de la CEI.

#### 8.2.4.4 Vérification du pouvoir de fermeture et de l'aptitude à la commutation

$I_e$  étant le courant nominal d'emploi du démarreur par autotransformateur, le circuit conventionnel d'essai doit être réglé de façon à obtenir, dans la position MARCHE, la valeur de courant indiquée pour l'établissement au tableau II de l'article 4.4.6.

Le circuit de charge doit être relié aux bornes du démarreur côté moteur. Si un transformateur a plusieurs tensions de sortie, on doit utiliser l'enroulement donnant la tension de démarrage la plus élevée. Chaque cycle de manœuvres de vérification du pouvoir de fermeture et d'aptitude à la commutation doit être effectué selon le schéma de la séquence de manœuvres d'essai et doit consister en:

- a) Un établissement du courant dans la position de démarrage au moyen du démarreur.
- b) Une coupure du courant dans la position de démarrage au moyen du démarreur.
- c) Un établissement du courant dans la position MARCHE au moyen du démarreur.
- d) Une coupure du courant au moyen d'un appareil extérieur, le démarreur étant dans la position MARCHE.
- e) Le retour du démarreur à la position ARRÊT.
- f) La fermeture de l'appareil extérieur.

*Note.* — Si un démarreur est muni d'un dispositif automatique de commutation ayant une durée de réarmement supérieure à 10 s, l'intervalle de temps entre opérations successives doit être aussi court que le permet ce dispositif.

### 8.2.3.2 Application of the test voltage

See IEC Publication 292-1.

The auto-transformer shall satisfy the dielectric tests specified in IEC Publication 76; consequently, it shall be disconnected during the dielectric tests appearing in the present clause.

#### 8.2.3.2.1 Main circuit

See IEC Publication 292-1.

#### 8.2.3.2.2 Control and auxiliary circuits

See IEC Publication 292-1.

#### 8.2.3.3 Value of the test voltage

See IEC Publication 292-1.

### 8.2.4 Verification of rated making and breaking capacities and of change-over ability

#### 8.2.4.1 General

The tests concerning the verification of the making and breaking capacities and of change-over ability of an auto-transformer starter are intended to verify that this starter is capable of making and breaking the currents given in Table II of Clause 4.4.6 and not to verify the contact wear over long periods of operation.

The verifications of making capacity and breaking capacity are made as separate tests.

If the switching devices used in the starter have already been tested for their making and breaking capacities, the purpose of this test is only to verify the ability of the starter to change-over from the starting to the FULL ON position. Moreover, the test will verify the ability of the starter to break the circuit in the starting position under the conditions of Clause 8.2.4.4 and in the FULL ON position under the conditions of Clause 8.2.4.5.

If the switching devices used in the starter have already satisfied the tests of IEC Publication 292-1 concerning the verification of rated breaking and making capacities and of reversibility, the tests called for in present Clause 8.2.4 need not be carried out.

#### 8.2.4.2 Condition of the starter for tests

See IEC Publication 292-1.

#### 8.2.4.3 Test circuit for the verification of making and breaking capacities

See IEC Publication 292-1.

#### 8.2.4.4 Verification of making capacity and change-over ability

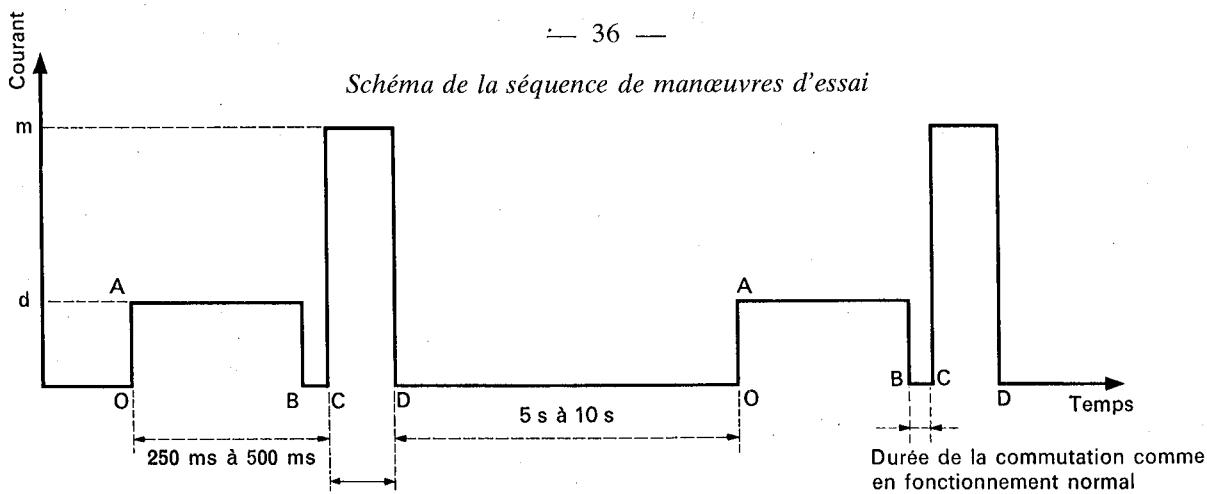
$I_e$  being the rated operational current of the auto-transformer starter, the conventional test circuit shall be adjusted so as to obtain, in the FULL ON position, the value of current given for "make" in Table II of Clause 4.4.6.

The load circuit shall be connected to the motor terminals of the starter. When a transformer has more than one output voltage, it shall be connected to give the highest starting voltage. Each operating cycle of the verification of making capacity and change-over ability shall be in accordance with the diagram of the test operating sequence and shall consist of:

- a) Make current in the starting position by the starter.
- b) Break current in the starting position by the starter.
- c) Make current in the FULL ON position by the starter.
- d) Break current in the FULL ON position by an external device.
- e) Return the starter to the OFF position.
- f) Close the external device.

*Note.* — When a starter is provided with an automatic change-over device having a resetting time greater than 10 s, the time interval between successive operations shall be as short as is permitted by this device.

Schéma de la séquence de manœuvres d'essai



$d$  = position de démarrage

$m$  = position MARCHE

Note. — Dans le cas de démarreurs sans coupure du moteur, un courant continu de passe pendant la période de transition BC.

Le nombre de séquences à effectuer est:

- Pour les démarreurs munis de contacteurs: 100 séquences, 50 d'entre elles étant faites à 85% et 50 faites à 110% de la tension nominale d'alimentation de commande.
- Pour les démarreurs à main: 20 séquences.

#### 8.2.4.5 Vérification du pouvoir de coupure dans la position MARCHE

$I_e$  étant le courant nominal d'emploi du démarreur par autotransformateur, le circuit conventionnel d'essai doit être réglé de façon à obtenir, dans la position MARCHE, la valeur de courant indiquée pour la coupure au tableau II de l'article 4.4.6.

Le circuit de charge doit être relié aux bornes du démarreur côté moteur.

Le nombre total de séquences de manœuvres à effectuer est de 25. Le relais de surcharge doit être réarmé, si nécessaire, après chaque séquence.

Chaque séquence de manœuvres de coupure doit consister dans les manœuvres suivantes:

- Placer (hors courant) le démarreur dans la position MARCHE.
- Fermer le circuit au moyen d'un appareil extérieur.
- Ouvrir le circuit au moyen du démarreur.
- Ouvrir (hors courant) l'appareil extérieur.

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

Le reste des 25 séquences prévues sont effectuées, le démarreur étant actionné directement par l'opérateur, le relais de surcharge étant court-circuité si nécessaire. La durée de passage du courant ne doit pas excéder 0,5 s par séquence et l'intervalle de temps entre deux séquences successives de coupure 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.

Cependant, si l'appareil mécanique de connexion a satisfait aux essais de la Publication 158-1 de la CEI: Appareillage de commande à basse tension, Première partie: Contacteurs (article 8.2.4.5 de la deuxième édition), il n'y a pas lieu de répéter ces séquences (déclenchement effectué par l'opérateur).

#### 8.2.4.6 (Disponible)

#### 8.2.4.7 Comportement du démarreur pendant les essais d'établissement et de coupure et les essais de vérification de l'aptitude à la commutation

Pendant les essais effectués dans les limites des pouvoirs de fermeture et de coupure spécifiés et avec le nombre spécifié de cycles de manœuvres, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles, ni fusion du fusible inséré dans le circuit de terre (voir article 8.2.4.2), ni soudure des contacts.