

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
34-1**

Dixième édition  
Tenth edition  
1996-11

---

---

**Machines électriques tournantes –**

**Partie 1:  
Caractéristiques assignées et  
caractéristiques de fonctionnement**

**Rotating electrical machines –**

**Part 1:  
Rating and performance**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 34-1: 1996

## Validité de la présente publication

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

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

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

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

## Terminologie

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

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

## Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

## Validity of this publication

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

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

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

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

## Terminology

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

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

## Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

## IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
34-1**

Dixième édition  
Tenth edition  
1996-11

---

---

**Machines électriques tournantes –**

**Partie 1:  
Caractéristiques assignées et  
caractéristiques de fonctionnement**

**Rotating electrical machines –**

**Part 1:  
Rating and performance**

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**XB**

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

## SOMMAIRE

|                                                                                    | Pages |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| INTRODUCTION .....                                                                 | 8     |
| AVANT-PROPOS .....                                                                 | 10    |
| <br>SECTION 1: GÉNÉRALITÉS                                                         |       |
| Articles                                                                           |       |
| 1.1 Domaine d'application .....                                                    | 12    |
| 1.2 Références normatives .....                                                    | 12    |
| <br>SECTION 2: DÉFINITIONS                                                         |       |
| <br>SECTION 3: SERVICES                                                            |       |
| 3.1 Spécification du service .....                                                 | 20    |
| 3.2 Services types .....                                                           | 20    |
| <br>SECTION 4: CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES                                          |       |
| 4.1 Attribution des caractéristiques assignées .....                               | 26    |
| 4.2 Classes de caractéristiques assignées .....                                    | 26    |
| 4.3 Choix d'une classe de caractéristiques assignées .....                         | 30    |
| 4.4 Attribution de la puissance à une classe de caractéristiques assignées .....   | 30    |
| 4.5 Puissance assignée .....                                                       | 30    |
| 4.6 Tension assignée .....                                                         | 32    |
| 4.7 Coordination des tensions et des puissances .....                              | 32    |
| 4.8 Machines à plus d'un ensemble de caractéristiques assignées .....              | 34    |
| <br>SECTION 5: CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT SUR SITE                               |       |
| 5.1 Généralités .....                                                              | 34    |
| 5.2 Altitude .....                                                                 | 34    |
| 5.3 Température maximale de l'air ambiant .....                                    | 34    |
| 5.4 Température minimale de l'air ambiant .....                                    | 34    |
| 5.5 Température de l'eau de refroidissement .....                                  | 34    |
| 5.6 Stockage et transport .....                                                    | 36    |
| 5.7 Pureté de l'hydrogène de refroidissement .....                                 | 36    |
| <br>SECTION 6: CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT ÉLECTRIQUES                            |       |
| 6.1 Alimentation électrique .....                                                  | 36    |
| 6.2 Forme et symétrie des tensions et des courants .....                           | 36    |
| 6.3 Variations de tension et de fréquence en fonctionnement .....                  | 42    |
| 6.4 Machines triphasées à courant alternatif fonctionnant sur réseaux isolés ..... | 44    |
| 6.5 Niveaux de tenue en tension (crête et gradient) .....                          | 46    |

## CONTENTS

|                                                                    | Page |
|--------------------------------------------------------------------|------|
| INTRODUCTION .....                                                 | 9    |
| FOREWORD .....                                                     | 11   |
| <br>SECTION 1: GENERAL                                             |      |
| Clause                                                             |      |
| 1.1 Scope .....                                                    | 13   |
| 1.2 Normative references .....                                     | 13   |
| <br>SECTION 2: DEFINITIONS                                         |      |
|                                                                    | 15   |
| <br>SECTION 3: DUTY                                                |      |
| 3.1 Declaration of duty .....                                      | 21   |
| 3.2 Duty types .....                                               | 21   |
| <br>SECTION 4: RATING                                              |      |
| 4.1 Assignment of rating .....                                     | 27   |
| 4.2 Classes of rating .....                                        | 27   |
| 4.3 Selection of a class of rating .....                           | 31   |
| 4.4 Allocation of outputs to class of rating .....                 | 31   |
| 4.5 Rated output .....                                             | 31   |
| 4.6 Rated voltage .....                                            | 33   |
| 4.7 Coordination of voltages and outputs .....                     | 33   |
| 4.8 Machines with more than one rating .....                       | 35   |
| <br>SECTION 5: SITE OPERATING CONDITIONS                           |      |
| 5.1 General .....                                                  | 35   |
| 5.2 Altitude .....                                                 | 35   |
| 5.3 Maximum ambient air temperature .....                          | 35   |
| 5.4 Minimum ambient air temperature .....                          | 35   |
| 5.5 Water coolant temperature .....                                | 35   |
| 5.6 Storage and transport .....                                    | 37   |
| 5.7 Purity of hydrogen coolant .....                               | 37   |
| <br>SECTION 6: ELECTRICAL OPERATING CONDITIONS                     |      |
| 6.1 Electrical supply .....                                        | 37   |
| 6.2 Form and symmetry of voltages and currents .....               | 37   |
| 6.3 Voltage and frequency variations during operation .....        | 43   |
| 6.4 Three-phase a.c. machines operating on unearthed systems ..... | 45   |
| 6.5 Voltage (peak and gradient) withstand levels .....             | 47   |

Articles

Pages

## SECTION 7: CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES DE FONCTIONNEMENT ET ESSAIS THERMIQUES

|      |                                                                                                        |    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.1  | Classification thermique .....                                                                         | 46 |
| 7.2  | Fluide de refroidissement de référence .....                                                           | 46 |
| 7.3  | Conditions des essais thermiques.....                                                                  | 48 |
| 7.4  | Echauffement d'un élément de machine .....                                                             | 50 |
| 7.5  | Méthodes de mesurage de la température .....                                                           | 50 |
| 7.6  | Détermination de la température d'enroulement .....                                                    | 52 |
| 7.7  | Durée des essais thermiques.....                                                                       | 58 |
| 7.8  | Détermination de la constante du temps thermique équivalente des machines<br>pour service type S9..... | 58 |
| 7.9  | Mesurage de la température des paliers .....                                                           | 60 |
| 7.10 | Limites d'échauffement et de température.....                                                          | 60 |

## SECTION 8: AUTRES CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT ET ESSAIS

|     |                                                                      |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------|----|
| 8.1 | Essais diélectriques.....                                            | 78 |
| 8.2 | Surintensité occasionnelle .....                                     | 82 |
| 8.3 | Excès momentané de couple des moteurs .....                          | 84 |
| 8.4 | Couple minimal pendant le démarrage.....                             | 86 |
| 8.5 | Survitesse .....                                                     | 86 |
| 8.6 | Courant de court-circuit des machines synchrones.....                | 88 |
| 8.7 | Epreuve de tenue au court-circuit des machines synchrones.....       | 90 |
| 8.8 | Essai de commutation pour machines à collecteur .....                | 90 |
| 8.9 | Facteur harmonique téléphonique (FHT) pour machines synchrones ..... | 90 |

## SECTION 9: PLAQUES SIGNALÉTIQUES

|     |                   |    |
|-----|-------------------|----|
| 9.1 | Généralités ..... | 96 |
| 9.2 | Marquage.....     | 96 |

## SECTION 10: PRESCRIPTIONS DIVERSES

|      |                                    |     |
|------|------------------------------------|-----|
| 10.1 | Mise à la terre des machines ..... | 100 |
| 10.2 | Clavette(s) de bout d'arbre .....  | 102 |

## SECTION 11: TOLÉRANCES

|    |                  |     |
|----|------------------|-----|
| 11 | Tolérances ..... | 104 |
|----|------------------|-----|

## SECTION 7: THERMAL PERFORMANCE AND TESTS

|      |                                                                                          |    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.1  | Thermal classification .....                                                             | 47 |
| 7.2  | Reference coolant .....                                                                  | 47 |
| 7.3  | Conditions for thermal tests .....                                                       | 49 |
| 7.4  | Temperature rise of a part of a machine .....                                            | 51 |
| 7.5  | Methods of measurement of temperature .....                                              | 51 |
| 7.6  | Determination of winding temperature .....                                               | 53 |
| 7.7  | Duration of thermal tests .....                                                          | 59 |
| 7.8  | Determination of the thermal equivalent time constant for machines of duty type S9 ..... | 59 |
| 7.9  | Measurement of bearing temperature .....                                                 | 61 |
| 7.10 | Limits of temperature and of temperature rise .....                                      | 61 |

## SECTION 8: OTHER PERFORMANCE AND TESTS

|     |                                                                |    |
|-----|----------------------------------------------------------------|----|
| 8.1 | Dielectric tests .....                                         | 79 |
| 8.2 | Occasional excess current .....                                | 83 |
| 8.3 | Momentary excess torque for motors .....                       | 85 |
| 8.4 | Pull-up torque .....                                           | 87 |
| 8.5 | Overspeed .....                                                | 87 |
| 8.6 | Short-circuit current for synchronous machines .....           | 89 |
| 8.7 | Short-circuit withstand test for synchronous machines .....    | 91 |
| 8.8 | Commutation test for commutator machines .....                 | 91 |
| 8.9 | Telephone harmonic factor (THF) for synchronous machines ..... | 91 |

## SECTION 9: RATING PLATES

|     |               |    |
|-----|---------------|----|
| 9.1 | General ..... | 97 |
| 9.2 | Marking ..... | 97 |

## SECTION 10: MISCELLANEOUS REQUIREMENTS

|      |                            |     |
|------|----------------------------|-----|
| 10.1 | Earthing of machines ..... | 101 |
| 10.2 | Shaft-end key(s) .....     | 103 |

## SECTION 11: TOLERANCES

|    |                  |     |
|----|------------------|-----|
| 11 | Tolerances ..... | 105 |
|----|------------------|-----|

| Figures                                                                                                 | Pages |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Service continu – Service type S1.....                                                                | 108   |
| 2 Service temporaire – Service type S2.....                                                             | 109   |
| 3 Service intermittent périodique – Service type S3.....                                                | 110   |
| 4 Service intermittent périodique à démarrage – Service type S4 .....                                   | 111   |
| 5 Service intermittent périodique à freinage électrique – Service type S5.....                          | 112   |
| 6 Service ininterrompu périodique à charge intermittente – Service type S6.....                         | 113   |
| 7 Service ininterrompu périodique à freinage électrique – Service type S7.....                          | 114   |
| 8 Service ininterrompu périodique à changements liés de charge et de vitesse –<br>Service type S8 ..... | 115   |
| 9 Service à variations non périodiques de charge et de vitesse – Service type S9 .....                  | 116   |
| 10 Service avec charges constantes distinctes – Service type S10 .....                                  | 117   |
| 11 Valeurs limites de tension et fréquence pour les alternateurs .....                                  | 118   |
| 12 Valeurs limites de tension et fréquence pour les moteurs .....                                       | 118   |
| 13 Courbe de pondération pour le calcul du FHT .....                                                    | 119   |

#### Annexes

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A Guide pour l'application du service type S10 et pour l'obtention de la valeur<br>relative de l'espérance de vie thermique TL ..... | 120 |
| B Références croisées entre la neuvième édition et la dixième édition .....                                                          | 122 |

Withdrawing

| Figures                                                                                                                          | Page |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 Continuous running duty – Duty type S1 .....                                                                                   | 108  |
| 2 Short-time running duty – Duty type S2.....                                                                                    | 109  |
| 3 Intermittent periodic duty – Duty type S3.....                                                                                 | 110  |
| 4 Intermittent periodic duty with starting – Duty type S4 .....                                                                  | 111  |
| 5 Intermittent periodic duty with electric braking – Duty type S5 .....                                                          | 112  |
| 6 Continuous operation periodic duty – Duty type S6 .....                                                                        | 113  |
| 7 Continuous operation periodic duty with electric braking – Duty type S7 .....                                                  | 114  |
| 8 Continuous operation periodic duty with related load/speed changes –<br>Duty type S8 .....                                     | 115  |
| 9 Duty with non-periodic load and speed variations – Duty type S9 .....                                                          | 116  |
| 10 Duty with discrete constant loads – Duty type S10 .....                                                                       | 117  |
| 11 Voltage and frequency limits for generators .....                                                                             | 118  |
| 12 Voltage and frequency limits for motors .....                                                                                 | 118  |
| 13 Weighting curve for computing THF .....                                                                                       | 119  |
| <br>Annexes                                                                                                                      |      |
| A Guidance for the application of duty type S10 and for establishing the value<br>of relative thermal life expectancy $TL$ ..... | 121  |
| B Cross-references between edition 9 and edition 10 .....                                                                        | 122  |

Withdrawing

## INTRODUCTION

En 1991, le CE 2 a décidé de rédiger la CEI 34-1 pour en grouper les prescriptions en un ordre plus logique. Le résultat en est la dixième édition qui a maintenant priorité sur la neuvième édition.

Il n'y a pas de différence entre les prescriptions de la dixième édition et celles de la neuvième édition (incluant son amendement 1) et il est prévu qu'à court terme, d'autres amendements porteront simultanément sur la neuvième et la dixième édition.

La neuvième édition sera retirée d'ici moins de deux ans. Cela laissera le temps nécessaire à la mise à jour de toute autre norme se référant à des articles particuliers de la CEI 34-1 et permettra aux utilisateurs de la norme de faire les changements qu'ils jugeront nécessaires dans leur propre documentation.

Pour faciliter ce changement, les références croisées (dans les deux sens) sont données en annexe B.

Withdrawn

## INTRODUCTION

In 1991, TC2 decided to edit IEC 34-1 to group the requirements in a more logical order. The result is edition 10 which now takes precedence over edition 9.

There is no difference between the technical requirements of edition 10 and of edition 9 (including amendment number 1) and it is intended that in the short term any further amendments will be introduced simultaneously in edition 9 and edition 10.

Edition 9 will be withdrawn within two years. This will allow time for the updating of any other standards which refer to specific clauses of IEC 34-1 and for users of the standard to make such changes as they judge necessary in their own documentation.

To facilitate these processes, cross-references (both ways) are listed in annex B.

Withdrawn

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

### Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 34-1 a été établie par le comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS       | Rapport de vote |
|------------|-----------------|
| 2/933/FDIS | 2/969/RVD       |

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

## Part 1: Rating and performance

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International standard IEC 34-1 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

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

| FDIS       | Report on voting |
|------------|------------------|
| 2/933/FDIS | 2/969/RVD        |

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

Annexes A and B are for information only.

# MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

## Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement

### Section 1: Généralités

#### 1.1 Domaine d'application

La présente norme est applicable à toutes les machines électriques tournantes à l'exception de celles qui font l'objet d'autres normes de la CEI, par exemple la CEI 349.

Les machines comprises dans le domaine d'application de la présente norme peuvent également être soumises à des prescriptions nouvelles, modifiées ou complémentaires figurant dans d'autres publications – par exemple, la CEI 79 et la CEI 92.

NOTE – S'il est nécessaire de modifier certains articles de la présente norme afin de permettre des applications spéciales, par exemple pour les matériels soumis à des rayonnements ou les matériels aéronautiques, tous les autres articles restent valables, pour autant qu'ils ne soient pas en contradiction avec ces spécifications particulières.

#### 1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 34. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 34 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 27-1: 1992, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 1: Généralités*

CEI 27-4: 1985, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 4: Symboles des grandeurs relatives aux machines électriques tournantes*

CEI 34-2: 1972, *Machines électriques tournantes – Partie 2: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines électriques de traction)*

CEI 34-3: 1988, *Machines électriques tournantes – Partie 3: Règles spécifiques pour les turbomachines synchrones*

CEI 34-5: 1991, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines électriques tournantes (code IP)*

CEI 34-6: 1991, *Machines électriques tournantes – Partie 6: Modes de refroidissement (code IC)*

## ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

### Part 1: Rating and performance

#### Section 1: General

##### 1.1 Scope

This standard is applicable to all rotating electrical machines except those covered by other IEC standards – for example, IEC 349.

Machines within the scope of this standard may also be subject to superseding, modifying or additional requirements in other publications – for example, IEC 79, and IEC 92.

NOTE – If particular clauses of this standard are modified to meet special applications, for example machines subject to radioactivity or machines for aerospace, all other clauses apply in so far as they are compatible.

##### 1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 34. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 27-1: 1992, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

IEC 27-4: 1985, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 4: Symbols for quantities to be used for rotating electrical machines*

IEC 34-2: 1972, *Rotating electrical machines – Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles)*

IEC 34-3: 1988, *Rotating electrical machines – Part 3: Specific requirements for turbine-type synchronous machines*

IEC 34-5: 1991, *Rotating electrical machines – Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures of rotating electrical machines (IP code)*

IEC 34-6: 1991, *Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC code)*

CEI 34-12: 1980, *Machines électriques tournantes – Partie 12: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse pour des tensions d'alimentation inférieures ou égales à 660 V*

CEI 34-15: 1995, *Machines électriques tournantes – Partie 15: Niveaux de tension de tenue au choc des machines tournantes à courant alternatif à bobines stator préformées*

CEI 34-17: 1992, *Machines électriques tournantes – Partie 17: Guide d'application des moteurs à induction à cage alimentés par convertisseurs*

CEI 38: 1983, *Tensions normales de la CEI*

CEI 50(411): 1996, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 411: Machines tournantes*

CEI 72, *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes*

CEI 85: 1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 279: 1969, *Mesure de la résistance des enroulements d'une machine à courant alternatif en fonctionnement sous tension alternative*

CEI 364-4-41: 1992, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*

CEI 445: 1988, *Identification des bornes de matériels et des extrémités de certains conducteurs désignés et règles générales pour un système alphanumérique*

CEI 449: 1973, *Domaines de tensions des installations électriques des bâtiments*

CEI 971: 1989, *Convertisseurs à semi-conducteurs – Code d'identification pour montages convertisseurs*

ISO 497: 1973, *Guide pour le choix des séries de nombres normaux et des séries comportant des valeurs plus arrondies de nombres normaux.*

## Section 2: Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions de la CEI 50(411) s'appliquent ainsi que les définitions ci-après.

Pour des définitions autres que celles de 2.17 à 2.22 concernant les modes et les fluides de refroidissement, se référer à la CEI 34-6.

Au sens de la présente norme, le terme «accord» signifie «accord entre le constructeur et l'acheteur».

**2.1 valeur assignée:** Valeur d'une grandeur fixée, généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié d'une machine. [VEI 411-51-23]

**2.2 caractéristiques assignées:** Ensemble des valeurs assignées et des conditions de fonctionnement. [VEI 411-51-24]

IEC 34-12: 1980, *Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors for voltages up to and including 660 V*

IEC 34-15: 1995, *Rotating electrical machines – Part 15: Impulse voltage withstand levels of rotating a.c. machines with form-wound stator coils*

IEC 34-17: 1992, *Rotating electrical machines – Part 17: Guide for the application of cage induction motors when fed from converters*

IEC 38: 1983, *IEC standard voltages*

IEC 50(411): 1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 411: Rotating machines*

IEC 72, *Dimensions and output series for rotating electrical machines*

IEC 85: 1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 279: 1969, *Measurement of the winding resistance of an a.c. machine during operation at alternating voltage*

IEC 364-4-41: 1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 445: 1988, *Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system*

IEC 449: 1973, *Voltage bands for electrical installations of buildings*

IEC 971: 1989, *Semiconductor converters. Identification code for convertor connections*

ISO 497: 1973, *Guide to the choice of series of preferred numbers and series containing more rounded values of preferred numbers*

## Section 2: Definitions

For the purpose of this International Standard, the definitions in IEC 50(411) and the following definitions apply.

For definitions, other than those in 2.17 to 2.22, concerning cooling and coolants, reference should be made to IEC 34-6.

For the purpose of this standard, the term 'agreement' means 'agreement between the manufacturer and purchaser'.

**2.1 rated value:** A quantity value assigned, generally by a manufacturer, for a specified operating condition of a machine. [IEV 411-51-23]

**2.2 rating:** The set of rated values and operating conditions. [IEV 411-51-24]

**2.3 puissance assignée:** Valeur de la puissance incluse dans les caractéristiques assignées.

**2.4 charge:** Ensemble des valeurs des grandeurs électriques et mécaniques qui caractérisent les exigences imposées à une machine tournante par un circuit électrique ou un dispositif mécanique, à un instant donné. [VEI 411-51-01]

**2.5 fonctionnement à vide:** Etat de fonctionnement d'une machine tournant à puissance nulle (mais les autres conditions étant les conditions normales de fonctionnement). [VEI 411-51-02 modifié]

**2.6 pleine charge:** Charge amenant une machine à fonctionner à ses caractéristiques assignées. [VEI 411-51-10]

**2.7 valeur de pleine charge:** Valeur d'une grandeur pour une machine fonctionnant à pleine charge. [VEI 411-51-11]

NOTE – Cette notion est applicable à la puissance, au couple, au courant, à la vitesse, etc.

**2.8 repos:** Absence complète de tout mouvement et de toute alimentation électrique ou de tout entraînement mécanique. [VEI 411-51-03]

**2.9 service:** Stipulation de la charge (des charges) à laquelle (auxquelles) la machine est soumise, y compris, le cas échéant, les périodes de démarrage, de freinage électrique, de fonctionnement à vide et de repos, ainsi que leurs durées et leur ordre de succession dans le temps. [VEI 411-51-06]

**2.10 service type:** Service continu, temporaire ou périodique comprenant une ou plusieurs charges qui restent constantes pendant la durée spécifiée ou service non périodique pendant lequel généralement la charge et la vitesse varient dans la plage de fonctionnement admissible. [VEI 411-51-13]

**2.11 facteur de marche:** Rapport entre la période de fonctionnement en charge, y compris le démarrage et le freinage électrique, à la durée du cycle de service, exprimé en pourcentage. [VEI 411-51-09]

**2.12 couple à rotor bloqué:** Couple mesuré le plus faible que développe le moteur sur son bout d'arbre d'entraînement, quand son rotor est maintenu bloqué quelle que soit sa position angulaire et qu'il est alimenté à tension et fréquence assignées. [VEI 411-48-06]

**2.13 courant à rotor bloqué:** Valeur efficace la plus élevée du courant en régime établi, absorbé par le moteur lorsqu'il est alimenté aux tension et fréquence assignées et que son rotor est maintenu bloqué quelle que soit sa position angulaire. [VEI 411-48-16]

**2.14 couple minimal pendant le démarrage (d'un moteur à courant alternatif):** Valeur la plus faible du couple asynchrone en régime établi, que le moteur développe entre la vitesse nulle et la vitesse qui correspond au couple maximal (couple de décrochage) lorsque le moteur est alimenté à la tension et à la fréquence assignées.

Cette définition ne s'applique pas au cas de moteurs asynchrones dont le couple décroît continuellement lorsque la vitesse augmente.

NOTE – En plus des couples asynchrones en régime établi, il existe, à des vitesses spécifiques, des couples harmoniques synchrones qui sont fonction de l'angle de charge du rotor.

A de telles vitesses, le couple d'accélération peut être négatif pour certains angles de charge du rotor.

L'expérience et le calcul montrent que c'est une condition de fonctionnement instable et qu'en conséquence les couples harmoniques synchrones n'empêchent pas l'accélération du moteur et sont exclus de cette définition.

2.3 **rated output:** The value of the output included in the rating.

2.4 **load:** All the values of the electrical and mechanical quantities that signify the demand made on a rotating machine by an electrical circuit or a mechanism at a given instant. [IEV 411-51-01]

2.5 **no-load (operation):** The state of a machine rotating with zero output power (but under otherwise normal operating conditions). [IEV 411-51-02, modified]

2.6 **full load:** The load which causes a machine to operate at its rating. [IEV 411-51-10]

2.7 **full load value:** A quantity value for a machine operating at full load. [IEV 411-51-11]

NOTE – This concept applies to power, torque, current, speed, etc.

2.8 **rest and de-energized:** The complete absence of all movement and of all electrical supply or mechanical drive. [IEV 411-51-03]

2.9 **duty:** The statement of the load(s) to which the machine is subjected, including, if applicable, starting, electric braking, no-load and rest and de-energized periods, and including their durations and sequence in time. [IEV 411-51-06]

2.10 **duty type:** A continuous, short-time or periodic duty, comprising one or more loads remaining constant for the duration specified, or a non-periodic duty in which generally load and speed vary within the permissible operating range. [IEV 411-51-13]

2.11 **cyclic duration factor:** The ratio between the period of loading, including starting and electric braking, and the duration of the duty cycle, expressed as a percentage. [IEV 411-51-09]

2.12 **locked-rotor torque:** The smallest measured torque the motor develops at its shaft and with the rotor locked, over all its angular positions at rated voltage and frequency. [IEV 411-48-06]

2.13 **locked rotor current:** The greatest steady-state r.m.s. current taken from the line with the motor held at rest, over all angular positions of its rotor, at rated voltage and frequency. [IEV 411-48-16]

2.14 **pull-up torque (of an a.c. motor):** The smallest value of the steady-state asynchronous torque which the motor develops between zero speed and the speed which corresponds to the breakdown torque, when the motor is supplied at the rated voltage and frequency.

This definition does not apply to those asynchronous motors of which the torque continually decreases with increase in speed.

NOTE – In addition to the steady-state asynchronous torques, harmonic synchronous torques, which are a function of rotor load angle, will be present at specific speeds.  
At such speeds the accelerating torque may be negative for some rotor load angles.  
Experience and calculation show this to be an unstable operating condition and therefore harmonic synchronous torques do not prevent motor acceleration and are excluded from this definition.

**2.15 couple maximal (couple de décrochage) (d'un moteur à courant alternatif):** Valeur maximale en régime établi du couple asynchrone que le moteur développe sans chute brutale de vitesse, lorsqu'il est alimenté à tension et fréquence assignées.

Cette définition ne s'applique pas au cas des moteurs asynchrones dont le couple décroît continuellement lorsque la vitesse augmente.

**2.16 couple de décrochage synchrone (d'un moteur):** Couple le plus élevé que développe un moteur synchrone à sa température de fonctionnement et à la vitesse de synchronisme, à tension, fréquence et excitation assignées.

**2.17 refroidissement:** Opération par laquelle de la chaleur provenant des pertes produites dans une machine est cédée à un fluide de refroidissement primaire qui peut être continûment remplacé ou être lui-même refroidi dans un échangeur de chaleur par un fluide de refroidissement secondaire. [VEI 411-44-01]

**2.18 fluide de refroidissement:** Fluide, liquide ou gaz, par l'intermédiaire duquel la chaleur est transférée. [VEI 411-44-02]

**2.19 fluide de refroidissement primaire:** Fluide, liquide ou gaz, qui, se trouvant à une température inférieure à celle des pièces de la machine et en contact avec celles-ci, transporte la chaleur cédée par ces pièces. [VEI 411-44-03]

**2.20 fluide de refroidissement secondaire:** Fluide, liquide ou gaz, qui, se trouvant à une température inférieure à celle du fluide de refroidissement primaire, transporte la chaleur cédée par ce fluide primaire au moyen d'un échangeur de chaleur ou à travers la surface extérieure de la machine. [VEI 411-44-04]

**2.21 enroulement à refroidissement direct (refroidissement interne)<sup>1)</sup>:** Enroulement refroidi principalement par un fluide de refroidissement s'écoulant en contact direct avec la partie refroidie à travers des passages creux, tubes, conduits ou canaux qui, quelle que soit leur orientation, forment partie intégrante de l'enroulement à l'intérieur de l'isolation principale. [VEI 411-44-08]

**2.22 enroulement à refroidissement indirect <sup>1)</sup>:** Tout enroulement autre qu'un enroulement à refroidissement direct. [VEI 411-4-09]

**2.23 isolation supplémentaire:** Isolation indépendante prévue en plus de l'isolation principale, en vue d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaut survenant dans l'isolation principale.

**2.24 moment d'inertie:** Somme (intégrale) des produits des masses élémentaires d'un corps par le carré de leurs distances (radiales) par rapport à un axe donné.

**2.25 équilibre thermique:** Etat atteint lorsque les échauffements des diverses parties de la machine ne varient pas de plus d'un gradient de 2 K par heure. [VEI 411-51-08]

**2.26 constante de temps thermique équivalente:** Constante de temps qui, en remplaçant plusieurs constantes de temps individuelles, détermine approximativement l'évolution de la température dans un enroulement après une variation de courant en échelon.

**2.27 enroulement enrobé:** Enroulement complètement enfermé ou noyé dans un isolant moulé. [VEI 411-39-06]

<sup>1)</sup> Dans tous les cas où «indirect» ou «direct» n'est pas indiqué, il s'agit d'un enroulement à refroidissement indirect.

**2.15 breakdown torque (of an a.c. motor):** The maximum value of the steady-state asynchronous torque which the motor develops without an abrupt drop in speed, when the motor is supplied at the rated voltage and frequency.

This definition does not apply to those asynchronous motors of which the torque continually decreases with increase in speed.

**2.16 pull-out torque (of a synchronous motor):** The maximum torque which the synchronous motor develops at operating temperature and at synchronous speed with rated voltage, frequency and field current.

**2.17 cooling:** A procedure by means of which heat resulting from losses occurring in a machine is given up to a primary coolant, which may be continuously replaced or may itself be cooled by a secondary coolant in a heat exchanger. [IEV 411-44-01]

**2.18 coolant:** A medium, liquid or gas, by means of which heat is transferred. [IEV 411-44-02]

**2.19 primary coolant:** A medium, liquid or gas, which, being at a lower temperature than a part of a machine and in contact with it, removes heat from that part. [IEV 411-44-03]

**2.20 secondary coolant:** A medium, liquid or gas, which, being at a lower temperature than the primary coolant, removes the heat given up by this primary coolant by means of a heat exchanger or through the external surface of the machine. [IEV 411-44-03]

**2.21 direct cooled (inner cooled) winding<sup>1)</sup>:** A winding mainly cooled by coolant flowing in direct contact with the cooled part through hollow conductors, tubes, ducts or channels which, regardless of their orientation, form an integral part of the winding inside the main insulation. [IEV 411-44-08]

**2.22 indirect cooled winding<sup>1)</sup>:** Any winding other than a direct cooled winding. [IEV 411-44-09]

**2.23 supplementary insulation:** An independent insulation applied in addition to the main insulation in order to ensure protection against electric shock in the event of failure of the main insulation.

**2.24 moment of inertia:** The sum (integral) of the products of the mass elements of a body and the squares of their distances (radii) from a given axis.

**2.25 thermal equilibrium:** The state reached when the temperature rises of the several parts of the machine do not vary by more than a gradient of 2 K per hour. [IEV 411-51-08]

**2.26 thermal equivalent time constant:** The time constant, replacing several individual time constants, which determines approximately the temperature course in a winding after a step-wise current change.

**2.27 encapsulated winding:** A winding which is completely enclosed or sealed by moulded insulation. [IEV 411-39-06]

---

<sup>1)</sup> In all cases when 'indirect' or 'direct' is not stated, an indirect cooled winding is implied.

**2.28 valeur assignée du facteur de forme du courant continu fourni à l'induit d'un moteur à courant continu par un convertisseur statique de puissance:** Rapport de la valeur efficace maximale admissible du courant  $I_{\text{eff.maxN}}$  à sa valeur moyenne  $I_{\text{moyN}}$  (valeur moyenne intégrée sur une période) aux conditions assignées:

$$k_{fN} = \frac{I_{\text{eff.maxN}}}{I_{\text{moyN}}}$$

**2.29 facteur d'ondulation du courant:** Rapport de la différence entre la valeur maximale  $I_{\text{max}}$  et la valeur minimale  $I_{\text{min}}$  d'un courant ondulé au double de sa valeur moyenne  $I_{\text{moy}}$  (valeur moyenne intégrée sur une période):

$$q_i = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{2 \times I_{\text{moy}}}$$

NOTE – Pour de faibles valeurs d'ondulation du courant, le facteur d'ondulation peut être approché par la formule suivante:

$$q_i = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} + I_{\text{min}}}$$

La formule ci-dessus peut être utilisée en tant qu'approximation si la valeur calculée résultante de  $q_i$  est inférieure ou égale à 0,4.

## Section 3: Services

### 3.1 Spécification du service

C'est à l'acheteur qu'incombe la responsabilité de spécifier le service. L'acheteur peut décrire le service par l'une des méthodes suivantes:

- a) numériquement, si la charge ne varie pas ou varie de façon connue;
- b) graphiquement, par une représentation des grandeurs variables en fonction du temps;
- c) en choisissant l'un des services types S1 à S10 qui est au moins aussi sévère que le service prévu.

Le service type peut être désigné par l'abréviation appropriée spécifiée en 3.2, à la suite de la valeur de la charge.

Une formulation du facteur de marche est indiquée sous chaque figure appropriée de service type.

Normalement l'acheteur ne peut pas fournir une valeur au moment d'inertie du moteur ( $J_M$ ) ni à l'espérance de vie thermique en valeur relative (TL), voir annexe A. Ces valeurs sont fournies par le constructeur.

Lorsque l'acheteur ne stipule pas de service, le constructeur doit considérer que le service type S1 (service continu) est applicable.

### 3.2 Services types

Les services types S1 à S10 ont été définis principalement en vue de leur application aux moteurs, toutefois certains d'entre eux peuvent également être utilisés pour caractériser le service d'une génératrice (par exemple les services types S1, S2 et S10).

**2.28 rated form factor of direct current supplied to a d.c. motor armature from a static power converter:** The ratio of the r.m.s. maximum permissible value of the current  $I_{\text{rms, maxN}}$  to its average value  $I_{\text{avN}}$  (mean value integrated over one period) at rated conditions:

$$k_{\text{fN}} = \frac{I_{\text{rms, maxN}}}{I_{\text{avN}}}$$

**2.29 current ripple factor:** The ratio of the difference between the maximum value  $I_{\text{max}}$  and the minimum value  $I_{\text{min}}$  of an undulating current to two times the average value  $I_{\text{av}}$  (mean value integrated over one period):

$$q_i = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{2 \times I_{\text{av}}}$$

NOTE – For small values of current ripple the ripple factor may be approximated by the following expression:

$$q_i = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} + I_{\text{min}}}$$

The above expression may be used as an approximation if the resulting calculated value of  $q_i$  is equal to or less than 0,4.

## Section 3: Duty

### 3.1 Declaration of duty

It is the responsibility of the purchaser to declare the duty. The purchaser may describe the duty by one of the following:

- a) numerically, where the load does not vary or where it varies in a known manner;
- b) as a time sequence graph of the variable quantities;
- c) by selecting one of the duty types S1 to S10 that is no less onerous than the expected duty.

The duty type shall be designated by the appropriate abbreviation, specified in 3.2, written after the value of the load.

An expression for the cyclic duration factor is given in the relevant duty type figure.

The purchaser normally cannot provide values for the moment of inertia of the motor ( $J_M$ ) or the relative thermal life expectancy (TL), see annex A. These values are provided by the manufacturer.

Where the purchaser does not declare a duty, the manufacturer shall assume that duty type S1 (continuous running duty) applies.

### 3.2 Duty types

Duty types S1 to S10 are intended to apply primarily to motors; however certain of them, for example, S1, S2, and S10 may also be applied to generators.

### 3.2.1 Service type S1 – Service continu

Fonctionnement à charge constante maintenue pendant une durée suffisante pour que la machine atteigne l'équilibre thermique, voir figure 1.

L'abréviation appropriée est S1.

### 3.2.2 Service type S2 – Service temporaire

Fonctionnement à charge constante pendant un temps déterminé, moindre que celui requis pour atteindre l'équilibre thermique, suivi d'un temps de repos d'une durée suffisante pour rétablir à 2 K près l'égalité de température entre la machine et le fluide de refroidissement, voir figure 2.

L'abréviation appropriée est S2, suivi de la valeur de la durée du service.

Exemple: S2 60 min.

### 3.2.3 Service type S3 – Service intermittent périodique <sup>2)</sup>

Suite de cycles de service identiques comprenant chacun un temps de fonctionnement à charge constante et un temps de repos, voir figure 3. Dans ce service, le cycle est tel que le courant de démarrage n'affecte pas l'échauffement de façon significative.

L'abréviation appropriée est S3, suivi de la valeur du facteur de marche.

Exemple: S3 25 %.

### 3.2.4 Service type S4 – Service intermittent périodique à démarrage <sup>2)</sup>

Suite de cycles de service identiques comprenant chacun un temps non négligeable de démarrage, un temps de fonctionnement à charge constante et un temps de repos, voir figure 4.

L'abréviation appropriée est S4, suivi des valeurs du facteur de charge, du moment d'inertie du moteur ( $J_M$ ) et du moment d'inertie de la charge ( $J_{ext}$ ), tous deux rapportés à l'arbre du moteur.

Exemple: S4 25 %  $J_M = 0,15 \text{ kg} \times \text{m}^2$   $J_{ext} = 0,7 \text{ kg} \times \text{m}^2$

### 3.2.5 Service type S5 – Service intermittent périodique à freinage électrique <sup>2)</sup>

Suite de cycles de service identiques comprenant chacun un temps de démarrage, un temps de fonctionnement à charge constante, un temps de freinage électrique et un temps de repos, voir figure 5.

L'abréviation appropriée est S5, suivi des valeurs du facteur de marche, du moment d'inertie du moteur ( $J_M$ ) et du moment d'inertie de la charge ( $J_{ext}$ ), tous deux rapportés à l'arbre du moteur.

Exemple: S5 25 %  $J_M = 0,15 \text{ kg} \times \text{m}^2$   $J_{ext} = 0,7 \text{ kg} \times \text{m}^2$

<sup>2)</sup> Un service type périodique implique que l'équilibre thermique n'est pas atteint pendant la période de charge.

### 3.2.1 Duty type S1 – Continuous running duty

Operation at a constant load maintained for sufficient time to allow the machine to reach thermal equilibrium, see figure 1.

The appropriate abbreviation is S1.

### 3.2.2 Duty type S2 – Short-time duty

Operation at constant load for a given time, less than that required to reach thermal equilibrium, followed by a time at rest and de-energized, of sufficient duration to re-establish machine temperatures within 2 K of the coolant temperature, see figure 2.

The appropriate abbreviation is S2, followed by an indication of the duration of the duty,

Example: S2 60 min

### 3.2.3 Duty type S3 – Intermittent periodic duty <sup>2)</sup>

A sequence of identical duty cycles, each including a time of operation at constant load and a time at rest and de-energized, see figure 3. In this duty, the cycle is such that the starting current does not significantly affect the temperature rise.

The appropriate abbreviation is S3, followed by the cyclic duration factor.

Example: S3 25%

### 3.2.4 Duty type S4 – Intermittent periodic duty with starting <sup>2)</sup>

A sequence of identical duty cycles, each cycle including a significant starting time, a time of operation at constant load and a time at rest and de-energized, see figure 4.

The appropriate abbreviation is S4, followed by the cyclic duration factor, the moment of inertia of the motor ( $J_M$ ) and the moment of inertia of the load ( $J_{ext}$ ), both referred to the motor shaft.

Example: S4 25%  $J_M = 0,15 \text{ kg} \times \text{m}^2$   $J_{ext} = 0,7 \text{ kg} \times \text{m}^2$

### 3.2.5 Duty type S5 – Intermittent periodic duty with electric braking <sup>2)</sup>

A sequence of identical duty cycles, each cycle consisting of a starting time, a time of operation at constant load, a time of electric braking and a time at rest and de-energized, see figure 5.

The appropriate abbreviation is S5, followed by the cyclic duration factor, the moment of inertia of the motor ( $J_M$ ) and the moment of inertia of the load ( $J_{ext}$ ), both referred to the motor shaft.

Example: S5 25%  $J_M = 0,15 \text{ kg} \times \text{m}^2$   $J_{ext} = 0,7 \text{ kg} \times \text{m}^2$

<sup>2)</sup> Periodic duty implies that thermal equilibrium is not reached during the time on load.

### 3.2.6 Service type S6 – Service ininterrompu périodique à charge intermittente <sup>2)</sup>

Suite de cycles de service identiques comprenant chacun un temps de fonctionnement à charge constante et un temps de fonctionnement à vide. Il n'y a pas de temps de repos, voir figure 6.

L'abréviation appropriée est S6, suivi de la valeur du facteur de marche.

Exemple: S6 40 %

### 3.2.7 Service type S7 – Service ininterrompu périodique à freinage électrique <sup>2)</sup>

Suite de cycles de service identiques comprenant chacun un temps de démarrage, un temps de fonctionnement à charge constante et un temps de freinage électrique. Il n'y a pas de temps de repos, voir figure 7.

L'abréviation appropriée est S7 suivi des valeurs du moment d'inertie du moteur ( $J_M$ ) et du moment d'inertie de la charge ( $J_{ext}$ ), tous deux rapportés à l'arbre du moteur.

Exemple: S7  $J_M = 0,4 \text{ kg} \times \text{m}^2$   $J_{ext} = 7,5 \text{ kg} \times \text{m}^2$

### 3.2.8 Service type S8 – Service ininterrompu périodique à changements liés de charge et de vitesse <sup>2)</sup>

Suite de cycles de service identiques comprenant chacun un temps de fonctionnement à charge constante correspondant à une vitesse de rotation prédéterminée, suivie d'un ou plusieurs temps de fonctionnement à d'autres charges constantes correspondant à différentes vitesses de rotation (réalisées par exemple par changement du nombre de pôles dans le cas des moteurs à induction). Il n'y a pas de temps de repos (voir figure 8).

L'abréviation appropriée est S8 suivi des valeurs du moment d'inertie du moteur ( $J_M$ ) et du moment d'inertie de la charge ( $J_{ext}$ ), tous deux rapportés à l'arbre du moteur, de même que de la charge, de la vitesse et du facteur de marche pour chacun des régimes caractérisés par une vitesse.

Exemple: S8  $J_M = 0,5 \text{ kg} \times \text{m}^2$   $J_{ext} = 6 \text{ kg} \times \text{m}^2$

|       |                         |      |
|-------|-------------------------|------|
| 16 kW | 740 min <sup>-1</sup>   | 30 % |
| 40 kW | 1 460 min <sup>-1</sup> | 30 % |
| 25 kW | 980 min <sup>-1</sup>   | 40 % |

### 3.2.9 Service type S9 – Service à variations non périodiques de charge et de vitesse

Service dans lequel généralement la charge et la vitesse ont une variation non périodique dans la plage de fonctionnement admissible. Ce service inclut fréquemment des surcharges appliquées qui peuvent être largement supérieures à la charge de référence (voir figure 9).

L'abréviation appropriée est S9.

Pour ce service type, une charge constante, judicieusement choisie et basée sur le service type S1, est prise comme valeur de référence (« $P_{ref}$ » dans la figure 9) pour la notion de surcharge.

<sup>2)</sup> Un service type périodique implique que l'équilibre thermique n'est pas atteint pendant la période de charge.

### 3.2.6 Duty type S6 – Continuous-operation periodic duty <sup>2)</sup>

A sequence of identical duty cycles, each cycle consisting of a time of operation at constant load and a time of operation at no-load. There is no time at rest and de-energized, see figure 6.

The appropriate abbreviation is S6, followed by the cyclic duration factor.

Example: S6 40 %

### 3.2.7 Duty type S7 – Continuous-operation periodic duty with electric braking <sup>2)</sup>

A sequence of identical duty cycles, each cycle consisting of a starting time, a time of operation at constant load and a time of electric braking. There is no time at rest and de-energized, see figure 7.

The appropriate abbreviation is S7, followed by the moment of inertia of the motor ( $J_M$ ) and the moment of inertia of the load ( $J_{ext}$ ), both referred to the motor shaft.

Example: S7  $J_M = 0,4 \text{ kg} \times \text{m}^2$   $J_{ext} = 7,5 \text{ kg} \times \text{m}^2$

### 3.2.8 Duty type S8 – Continuous-operation periodic duty with related load/speed changes <sup>2)</sup>

A sequence of identical duty cycles, each cycle consisting of a time of operation at constant load corresponding to a predetermined speed of rotation, followed by one or more times of operation at other constant loads corresponding to different speeds of rotation (carried out, for example, by means of a change in the number of poles in the case of induction motors). There is no time at rest and de-energized (see figure 8).

The appropriate abbreviation is S8, followed by the moment of inertia of the motor ( $J_M$ ) and the moment of inertia of the load ( $J_{ext}$ ), both referred to the motor shaft, together with the load, speed and cyclic duration factor for each speed condition.

Example: S8  $J_M = 0,5 \text{ kg} \times \text{m}^2$   $J_{ext} = 6 \text{ kg} \times \text{m}^2$

|       |                         |      |
|-------|-------------------------|------|
| 16 kW | 740 min <sup>-1</sup>   | 30 % |
| 40 kW | 1 460 min <sup>-1</sup> | 30 % |
| 25 kW | 980 min <sup>-1</sup>   | 40 % |

### 3.2.9 Duty type S9 – Duty with non-periodic load and speed variations

A duty in which generally load and speed vary non-periodically within the permissible operating range. This duty includes frequently applied overloads that may greatly exceed the reference load (see figure 9).

The appropriate abbreviation is S9.

For this duty type a constant load appropriately selected and based on duty type S1 is taken as the reference value (" $P_{ref}$ " in figure 9) for the overload concept.

<sup>2)</sup> Periodic duty implies that thermal equilibrium is not reached during the time on load.

### 3.2.10 Service type S10 – Service avec charges constantes distinctes

Service comprenant au plus quatre valeurs distinctes de charges (ou charges équivalentes), chaque charge étant maintenue pendant une durée suffisante pour permettre à la machine d'atteindre l'équilibre thermique, voir figure 10. La charge minimale pendant un cycle de service peut avoir la valeur zéro (fonctionnement à vide ou temps de repos).

L'abréviation appropriée est S10, suivi des valeurs réduites (p.u.)  $p/\Delta t$  pour les différentes charges et leurs durées respectives, et de la valeur réduite (p.u.) TL pour l'espérance de vie thermique relative du système d'isolation. La valeur de référence pour l'espérance de vie thermique est l'espérance de vie thermique aux caractéristiques assignées pour service continu et aux limites admissibles d'échauffement basées sur le service type S1. Pour un temps de repos, la charge doit être indiquée par la lettre r.

Exemple: S10  $p/\Delta t = 1,1/0,4; 1/0,3; 0,9/0,2; r/0,1$  TL = 0,6

Il convient d'arrondir la valeur de TL au plus proche multiple de 0,05. L'annexe A donne des indications sur la signification de ce paramètre et la détermination de sa valeur.

Pour ce service type, une charge constante, judicieusement choisie et basée sur le service type S1, doit être prise comme valeur de référence (« $P_{ref}$ » dans la figure 10) pour les charges distinctes.

NOTE – Les valeurs distinctes de charges seront habituellement des charges équivalentes obtenues par intégration en fonction du temps. Il n'est pas nécessaire que chaque cycle de charge soit exactement le même, à condition que chaque charge à l'intérieur d'un cycle soit appliquée pendant une période suffisante pour que l'équilibre thermique soit atteint et que chaque cycle de charge puisse être intégré pour donner la même espérance de vie thermique relative.

## Section 4: Caractéristiques assignées

### 4.1 Attribution des caractéristiques assignées

Les caractéristiques assignées, définies en 2.2, doivent être attribuées par le constructeur. En attribuant les caractéristiques assignées, le constructeur doit choisir l'une des classes de caractéristiques assignées définies de 4.2.1 à 4.2.6. La valeur de la puissance assignée doit être suivie par la désignation d'un service. Si aucune désignation n'est stipulée, les caractéristiques assignées pour service continu sont applicables.

Lorsque des réactances sont insérées entre les bornes de la machine et l'alimentation et qu'elles sont considérées comme partie intégrante de la machine, les valeurs assignées doivent se rapporter aux bornes des réactances coté alimentation.

Note – Cela ne s'applique pas aux transformateurs de puissance connectés entre la machine et l'alimentation.

Une attention spéciale est demandée lors de l'attribution de caractéristiques assignées à des machines alimentées par, ou alimentant, des convertisseurs statiques. La CEI 34-17 donne des conseils pour le cas des moteurs à induction à cage couverts par la CEI 34-12.

### 4.2 Classes de caractéristiques assignées

#### 4.2.1 Caractéristiques assignées pour service continu

Caractéristiques assignées auxquelles la machine peut fonctionner pendant une durée illimitée et conformément aux prescriptions de la présente norme.

### 3.2.10 Duty type S10 – Duty with discrete constant loads

A duty consisting of not more than four discrete values of load (or equivalent loading), each value being maintained for sufficient time to allow the machine to reach thermal equilibrium, see figure 10. The minimum load within a duty cycle may have the value zero (no-load or rest and de-energized).

The appropriate abbreviation is S10, followed by the p.u. quantities  $p/\Delta t$  for the respective load and its duration and the p.u. quantity TL for the relative thermal life expectancy of the insulation system. The reference value for the thermal life expectancy is the thermal life expectancy at rating for continuous running duty and permissible limits of temperature rise based on duty type S1. For a time at rest and de-energized, the load shall be indicated by the letter r.

Example: S10  $p/\Delta t = 1,1/0,4; 1/0,3; 0,9/0,2; r/0,1$  TL = 0,6

The value of TL should be rounded off to the nearest multiple of 0,05. Advice concerning the significance of this parameter and the derivation of its value is given in annex A.

For this duty type a constant load appropriately selected and based on duty type S1 shall be taken as the reference value ( $P_{ref}$  in figure 10) for the discrete loads.

NOTE – The discrete values of load will usually be equivalent loading based on integration over a period of time. It is not necessary that each load cycle be exactly the same, only that each load within a cycle be maintained for sufficient time for thermal equilibrium to be reached, and that each load cycle be capable of being integrated to give the same relative thermal life expectancy.

## Section 4: Rating

### 4.1 Assignment of rating

The rating, as defined in 2.2, shall be assigned by the manufacturer. In assigning the rating the manufacturer shall select one of the classes of rating defined in 4.2.1 to 4.2.6. The designation of the class of rating shall be written after the rated output. If no designation is stated, rating for continuous running duty applies.

Where reactors are connected between machine terminals and the supply and are regarded as an integral part of the machine, the rated values shall refer to the terminals of the reactor on the supply side.

NOTE – This does not apply to power transformers connected between the machine and the supply.

Special considerations are required when assigning ratings to machines fed from or supplying static converters. IEC 34-17 gives guidance for the case of cage induction motors covered in IEC 34-12.

### 4.2 Classes of rating

#### 4.2.1 Rating for continuous running duty

A rating at which the machine may be operated for an unlimited period, while complying with the requirements of this standard.

Cette classe de caractéristiques assignées correspond au service type S1 et est désignée comme le service type S1.

#### 4.2.2 *Caractéristiques assignées pour service temporaire*

Caractéristiques assignées auxquelles la machine peut fonctionner pendant une durée limitée, en démarrant à la température ambiante et conformément aux prescriptions de la présente norme.

Cette classe de caractéristiques assignées correspond au service type S2 et est désignée comme le service type S2.

#### 4.2.3 *Caractéristiques assignées pour service périodique*

Caractéristiques assignées auxquelles la machine peut fonctionner suivant des cycles de service, conformément aux prescriptions de la présente norme.

Cette classe de caractéristiques assignées correspond à l'un des services types périodiques S3 à S8 et est désignée comme le service type correspondant.

Sauf spécifications contraires, la durée d'un cycle de service doit être de 10 min et le facteur de marche doit avoir l'une des valeurs suivantes:

15 %, 25 %, 40 %, 60 %.

#### 4.2.4 *Caractéristiques assignées pour service non périodique*

Caractéristiques assignées auxquelles la machine peut fonctionner de façon non périodique, conformément aux prescriptions de la présente norme.

Cette classe de caractéristiques assignées correspond au service type non périodique S9 et est désignée comme le service type S9.

#### 4.2.5 *Caractéristiques assignées pour service avec charges constantes distinctes*

Caractéristiques assignées auxquelles la machine peut fonctionner avec l'association des charges du service type S10, pendant une durée illimitée tout en satisfaisant aux prescriptions de la présente norme. La charge maximale admissible dans un cycle doit prendre en considération tous les éléments de la machine, par exemple le système d'isolation en ce qui concerne la validité de la loi exponentielle pour l'espérance de vie thermique relative, les paliers en ce qui concerne la température, d'autres éléments en ce qui concerne la dilatation thermique. Sauf spécifications dans d'autres normes de la CEI, la charge maximale ne dépassera pas 1,2 fois la valeur de la charge basée sur le service type S1. La charge minimale peut avoir la valeur zéro quand la machine fonctionne à vide ou est au repos. Des informations concernant l'application de cette classe de caractéristiques assignées sont données en annexe A.

Cette classe de caractéristiques assignées correspond au service type S10 et est désignée comme le service type S10.

NOTE – D'autres normes appropriées de la CEI peuvent spécifier la charge maximale en termes de limitation de la température (ou d'échauffement) d'enroulement au lieu d'une valeur relative de la charge basée sur le service type S1.

This class of rating corresponds to duty type S1 and is designated as for the duty type S1.

#### 4.2.2 *Rating for short-time duty*

A rating at which the machine may be operated for a limited period, starting at ambient temperature, while complying with the requirements of this standard.

This class of rating corresponds to duty type S2 and is designated as for the duty type S2.

#### 4.2.3 *Rating for periodic duty*

A rating at which the machine may be operated on duty cycles, while complying with the requirements of this standard.

This class of rating corresponds to one of the periodic duty types S3 to S8 and is designated as for the corresponding duty type.

Unless otherwise specified, the time for a duty cycle shall be 10 min and the cyclic duration factor shall be one of the following values:

15 %, 25 %, 40 %, 60 %

#### 4.2.4 *Rating for non-periodic duty*

A rating at which the machine may be operated non-periodically while complying with the requirements of this standard.

This class of rating corresponds to the non-periodic duty type S9 and is designated as for the duty type S9.

#### 4.2.5 *Rating for duty with discrete constant loads*

A rating at which the machine may be operated with the associated loads of duty type S10 for an unlimited period of time while complying with the requirements of this standard. The maximum permissible load within one cycle shall take into consideration all parts of the machine, e.g. the insulation system regarding the validity of the exponential law for the relative thermal life expectancy, bearings with respect to temperature, other parts with respect to thermal expansion. Unless specified in other relevant IEC standards, the maximum load shall not exceed 1,2 times the value of the load based on duty type S1. The minimum load may have the value zero, the machine operating at no-load or being at rest and de-energized. Considerations for the application of this class of rating are given in annex A.

This class of rating corresponds to the duty type S10 and is designated as for the duty type S10.

NOTE – Other relevant IEC standards may specify the maximum load in terms of limiting winding temperature (or temperature rise) instead of per unit load based on duty type S1.

#### 4.2.6 *Caractéristiques assignées pour charge équivalente*

Caractéristiques assignées auxquelles, à des fins d'essais, la machine peut fonctionner jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint, réalisant ainsi l'équivalence avec l'un des services types S3 à S10, et conformément aux prescriptions de la présente norme.

Le cas échéant, cette classe de caractéristiques assignées est désignée «équ».

### 4.3 **Choix d'une classe de caractéristiques assignées**

Une machine construite en vue d'un usage général doit avoir des caractéristiques assignées pour service continu et être capable de fonctionner en service type S1.

Si le service n'a pas été spécifié par l'acheteur, le service type S1 est applicable et les caractéristiques assignées doivent être des caractéristiques assignées pour service continu.

Lorsqu'une machine est prévue pour des caractéristiques assignées pour service temporaire, les caractéristiques assignées doivent être basées sur le service type S2, voir 3.2.2.

Lorsqu'une machine est prévue pour fonctionner à des charges variables ou des charges comprenant un temps de fonctionnement à vide ou des temps pendant lesquelles la machine est à l'état de repos, les caractéristiques assignées doivent être des caractéristiques assignées pour service périodique basées sur un service type choisi parmi les services types S3 à S8, voir 3.2.3 à 3.2.8.

Lorsqu'une machine est prévue pour fonctionner de façon non périodique à des charges variables à des vitesses variables, y compris à des surcharges, les caractéristiques assignées doivent être des caractéristiques assignées pour service non périodique basées sur le service type S9, voir 3.2.9.

Lorsqu'une machine est prévue pour fonctionner à des charges constantes distinctes comprenant des temps de surcharge ou des temps de marche à vide (ou de repos) les caractéristiques assignées doivent être des caractéristiques assignées pour service avec charges constantes distinctes basées sur le service type S10, voir 3.2.10.

### 4.4 **Attribution de la puissance à une classe de caractéristiques assignées**

Dans la détermination des caractéristiques assignées:

Pour les services types S1 à S8, la ou les valeurs spécifiées des charges constantes doivent être les puissances assignées; voir 3.2.1 à 3.2.8.

Pour les services types S9 et S10, la valeur de référence de la charge basée sur le service type S1 doit être prise comme puissance assignée, voir 3.2.9 et 3.2.10.

### 4.5 **Puissance assignée**

#### 4.5.1 *Génératrices à courant continu*

La puissance assignée est la puissance aux bornes; elle doit être exprimée en watts (W).

#### 4.5.2 *Alternateurs*

La puissance assignée est la puissance électrique apparente aux bornes; elle doit être exprimée en voltampères (VA), complétée par l'indication du facteur de puissance.

#### 4.2.6 *Rating for equivalent loading*

A rating, for test purposes, at which the machine may be operated until thermal equilibrium is reached and which is considered to be equivalent to one of the duty types S3 to S10 while complying with the requirements of this standard.

This class of rating, if applied, is designated 'equ'.

#### 4.3 **Selection of a class of rating**

A machine manufactured for general purpose shall have a rating for continuous running duty and be capable of performing duty type S1.

If the duty has not been specified by the purchaser, duty type S1 applies and the rating assigned shall be a rating for continuous running duty.

When a machine is intended to have a rating for short-time duty, the rating shall be based on duty type S2, see 3.2.2.

When a machine is intended to supply varying loads or loads including a time of no-load or times where the machine will be in a state of rest and de-energized, the rating shall be a rating for periodic duty based on a duty type selected from duty types S3 to S8, see 3.2.3 to 3.2.8.

When a machine is intended non-periodically to supply variable loads at variable speeds, including overloads, the rating shall be a rating for non-periodic duty based on duty type S9, see 3.2.9.

When a machine is intended to supply discrete constant loads including times of overload or times of no-load (or rest and de-energized) the rating shall be a rating with discrete constant loads based on duty type S10, see 3.2.10.

#### 4.4 **Allocation of outputs to class of rating**

In the determination of the rating:

For duty types S1 to S8, the specified value(s) of the constant load(s) shall be the rated output(s), see 3.2.1 to 3.2.8.

For duty types S9 and S10, the reference value of the load based on duty type S1 shall be taken as the rated output, see 3.2.9 and 3.2.10.

#### 4.5 **Rated output**

##### 4.5.1 *DC generators*

The rated output is the output at the terminals and shall be expressed in watts (W).

##### 4.5.2 *AC generators*

The rated output is the apparent power at the terminals and shall be expressed in volt-amperes (VA) together with the power factor.

Le facteur de puissance assigné des alternateurs synchrones doit être surexcité de 0,8, sauf spécification contraire.

#### 4.5.3 Moteurs

La puissance assignée est la puissance mécanique disponible sur l'arbre; elle doit être exprimée en watts (W).

NOTE – Il est d'usage dans de nombreux pays d'exprimer aussi la puissance mécanique disponible sur l'arbre en chevaux (1 h.p. est équivalent à 745,7 W; 1 ch est équivalent à 736 W).

#### 4.5.4 Compensateurs synchrones

La puissance assignée est la puissance réactive aux bornes; elle doit être exprimée en voltampères réactifs (var) soit en régime sous-excité soit en régime surexcité.

### 4.6. Tension assignée

#### 4.6.1 Généralités

La tension assignée est la tension entre phases aux bornes de la machine à la puissance assignée.

#### 4.6.2 Génératrices de courant continu

Pour les génératrices de courant continu prévues pour fonctionner dans une plage de tensions d'étendue relativement faible, la puissance assignée et le courant assigné doivent, sauf spécification contraire, être applicables à la limite supérieure de la plage de tensions, voir également 6.3.

#### 4.6.3 Alternateurs

Pour les alternateurs prévus pour fonctionner dans une plage de tensions d'étendue relativement faible, la puissance assignée et le facteur de puissance assigné doivent, sauf spécification contraire, être applicables à toute tension de la plage (voir également 6.3).

### 4.7 Coordination des tensions et des puissances

En pratique on ne construit pas des machines de toutes caractéristiques assignées et de toutes tensions assignées. En général, pour les machines à courant alternatif, en se basant sur des considérations de conception et de fabrication, les tensions assignées préférables supérieures à 1 kV sont indiquées ci-dessus, en fonction des puissances assignées.

| Tension assignée<br>kV | Puissance assignée minimale<br>kW (ou kVA) |
|------------------------|--------------------------------------------|
| $1,0 < U_N \leq 3,0$   | 100                                        |
| $3,0 < U_N \leq 6,0$   | 150                                        |
| $6,0 < U_N \leq 11,0$  | 800                                        |
| $11,0 < U_N \leq 15,0$ | 2 500                                      |

The rated power factor for synchronous generators shall be 0,8 lagging (over-excited) unless otherwise specified.

#### 4.5.3 Motors

The rated output is the mechanical power available at the shaft and shall be expressed in watts (W).

NOTE – It is the practice in some countries for the mechanical power available at the shafts of motors to be expressed in horsepower (1 h.p. is equivalent to 745,7 W; 1 ch (cheval or metric horsepower) is equivalent to 736 W).

#### 4.5.4 Synchronous condensers

The rated output is the reactive power at the terminals and shall be expressed in volt-amperes reactive (var) in either leading (under-excited) or lagging (over-excited) conditions.

### 4.6 Rated voltage

#### 4.6.1 General

The rated voltage is the voltage between lines at the terminals of the machine at rated output.

#### 4.6.2 DC generators

For d.c. generators intended to operate over a relatively small range of voltage, the rated output and current shall apply at the highest voltage of the range, unless otherwise specified, see also 6.3.

#### 4.6.3 AC generators

For a.c. generators intended to operate over a relatively small range of voltage, the rated output and power factor shall apply at any voltage within the range, unless otherwise specified (see also 6.3).

### 4.7 Coordination of voltages and outputs

It is not practical to build machines of all ratings for all rated voltages. In general, for a.c. machines, based on design and manufacturing considerations, preferred voltage ratings above 1 kV in terms of rated output are as follows:

| Rated voltage<br>kV    | Minimum rated output<br>kW (or kVA) |
|------------------------|-------------------------------------|
| $1,0 < U_N \leq 3,0$   | 100                                 |
| $3,0 < U_N \leq 6,0$   | 150                                 |
| $6,0 < U_N \leq 11,0$  | 800                                 |
| $11,0 < U_N \leq 15,0$ | 2 500                               |

#### 4.8 Machines à plus d'un ensemble de caractéristiques assignées

Pour les machines prévues pour plus d'un ensemble de caractéristiques assignées, la machine doit être conforme, à tous points de vue, à la présente norme pour chaque ensemble de caractéristiques assignées.

Pour les moteurs à plusieurs vitesses, des caractéristiques assignées doivent être attribuées pour chaque vitesse.

Quand une grandeur assignée (puissance, tension, vitesse, etc.) peut avoir plusieurs valeurs ou varier constamment entre deux limites, les caractéristiques assignées doivent être attribuées à ces valeurs ou limites. Cette disposition ne s'applique ni aux variations de tension et de fréquence en fonctionnement définies en 6.3, ni au montage étoile-triangle pour le démarrage.

### Section 5: Conditions de fonctionnement sur site

#### 5.1 Généralités

Sauf spécifications contraires, les machines doivent être appropriées aux conditions de fonctionnement sur site données ci-dessous. Pour des conditions de fonctionnement sur site différentes de ces valeurs, des corrections sont données en 7.

#### 5.2 Altitude

L'altitude ne doit pas dépasser 1 000 m au-dessus du niveau de la mer.

#### 5.3 Température maximale de l'air ambiant

La température de l'air ambiant ne doit pas dépasser 40 °C.

#### 5.4 Température minimale de l'air ambiant

La température de l'air ambiant ne doit pas être inférieure à –15 °C, quelle que soit la machine.

Pour une machine possédant un des éléments suivants:

- a) une puissance assignée supérieure à 3 300 kW (ou kVA) par 1 000 min<sup>-1</sup>;
- b) une puissance assignée inférieure à 600 W (ou VA);
- c) un collecteur;
- d) un palier à coussinet;
- e) l'eau comme fluide de refroidissement primaire ou secondaire,

la température minimale de l'air ambiant ne doit pas être inférieure à 0 °C.

#### 5.5 Température de l'eau de refroidissement

La température de l'eau de refroidissement à l'entrée d'une machine ou d'un échangeur de chaleur ne doit pas dépasser +25 °C ou être inférieure à +5 °C.

#### 4.8 Machines with more than one rating

For machines with more than one rating, the machine shall comply with this standard in all respects at each rating.

For multi-speed motors, a rating shall be assigned for each speed.

When a rated quantity (output, voltage, speed, etc.) may assume several values or vary continuously within two limits, the rating shall be stated at these values or limits. This provision does not apply to voltage and frequency variations during operation as defined in 6.3 or to star-delta connections intended for starting.

### Section 5: Site operating conditions

#### 5.1 General

Unless otherwise specified machines shall be suitable for the following site operation conditions. For site operating conditions deviating from those values corrections are given in 7.

#### 5.2 Altitude

The altitude shall not exceed 1 000 m above sea level.

#### 5.3 Maximum ambient air temperature

The ambient air temperature shall not exceed 40 °C.

#### 5.4 Minimum ambient air temperature

The ambient air temperature shall not be less than –15 °C for any machine.

For a machine with any of the following:

- a) rated output greater than 3 300 kW (or kVA) per 1 000 min<sup>-1</sup>;
- b) rated output less than 600 W (or VA);
- c) a commutator;
- d) a sleeve bearing;
- e) water as a primary or secondary coolant,

the ambient air temperature shall not be less than 0 °C.

#### 5.5 Water coolant temperature

The water coolant temperature at the inlet to a machine or heat exchanger shall not exceed +25 °C nor be less than +5 °C.

## 5.6 Stockage et transport

Quand des températures inférieures à celles spécifiées en 5.4 sont susceptibles de se produire durant le transport, le stockage ou après installation, l'acheteur doit informer le constructeur et spécifier la température minimale prévue.

## 5.7 Pureté de l'hydrogène de refroidissement

Les machines refroidies à l'hydrogène doivent être capables de fonctionner à la puissance assignée dans les conditions assignées avec un fluide de refroidissement contenant au moins 95 % d'hydrogène en volume.

NOTE – Pour des raisons de sécurité, la teneur en hydrogène devra toujours être maintenue à 90 % ou davantage, en admettant que l'autre gaz entrant dans le mélange soit l'air.

Pour calculer le rendement conformément à la CEI 34-2, la composition normalisée du mélange gazeux doit être de 98 % d'hydrogène et 2 % d'air en volume, à des valeurs spécifiées de pression et de température du fluide refroidi, sauf accord contraire. Les pertes par ventilation doivent être calculées pour la densité correspondante.

# Section 6: Conditions de fonctionnement électriques

## 6.1 Alimentation électrique

Les machines triphasées à courant alternatif, 50 Hz ou 60 Hz, doivent avoir des tensions déduites des tensions nominales données dans la CEI 38.

Lors de la détermination des tensions assignées aux machines, il est indispensable de tenir compte des écarts de tension existant dans le réseau entre la distribution et l'utilisation.

NOTE – Pour les alternateurs de forte puissance à haute tension, les tensions peuvent être choisies pour l'obtention de caractéristiques de fonctionnement optimales.

Pour les moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseurs statiques, ces restrictions sur la tension, la fréquence et la forme d'onde ne sont pas applicables. Dans ce cas le choix des tensions assignées doit se faire par accord.

## 6.2 Forme et symétrie des tensions et des courants

### 6.2.1 Moteurs à courant alternatif

6.2.1.1 Les moteurs à courant alternatif ayant parmi leur caractéristiques assignées le fonctionnement sur une alimentation à fréquence fixe, alimentée par un alternateur (localement ou à travers un réseau de distribution) doivent pouvoir fonctionner sous une tension d'alimentation dont le facteur harmonique de tension (HVF) est inférieur ou égal à

0,02 pour les moteurs monophasés et les moteurs triphasés, y compris les moteurs synchrones mais en excluant les moteurs de concept N (voir la CEI 34-12), sauf déclaration contraire du constructeur.

0,03 pour les moteurs de conception N.

## 5.6 Storage and transport

When temperatures lower than specified in 5.4 are expected during transportation, storage, or after installation, the purchaser shall inform the manufacturer and specify the expected minimum temperature.

## 5.7 Purity of hydrogen coolant

Hydrogen cooled machines shall be capable of operating at rated output under rated conditions with a coolant containing not less than 95 % hydrogen by volume.

NOTE – For safety reasons, the hydrogen content should at all times be maintained at 90% or more, it being assumed that the other gas in the mixture is air.

For calculating efficiency in accordance with IEC 34-2, the standard composition of the gaseous mixture shall be 98 % hydrogen and 2 % air by volume, at the specified values of pressure and temperature of the re-cooled gas, unless otherwise agreed. Windage losses shall be calculated at the corresponding density.

# Section 6: Electrical operating conditions

## 6.1 Electrical supply

Three-phase a.c. machines, 50 Hz or 60 Hz, shall have voltages derived from the nominal voltages given in IEC 38.

In deriving rated voltages for machines, it is necessary to take into consideration the differences between distribution and utilization system voltages.

NOTE – For large high-voltage a.c. generators, the voltages may be selected for optimum performance.

For a.c. motors supplied from static converters these restrictions on voltage, frequency and waveform do not apply. In this case the rated voltages shall be selected by agreement.

## 6.2 Form and symmetry of voltages and currents

### 6.2.1 AC motors

6.2.1.1 AC motors rated for use on a power supply of fixed frequency, supplied from an a.c. generator (whether local or via a supply network) shall be suitable for operation on a supply voltage having a harmonic voltage factor (HVF) not exceeding

0,02 for single phase motors and three phase motors, including synchronous motors but excluding motors of design N (see IEC 34-12), unless the manufacturer declares otherwise.

0,03 for design N motors.

Le HVF doit être calculé à partir de la formule suivante:

$$\text{HVF} = \sqrt{\sum \frac{u_n^2}{n}}$$

où

$u_n$  est la valeur réduite (p.u.) de l'harmonique de tension (par rapport à la tension assignée  $U_N$ );

$n$  est le rang de l'harmonique (non divisible par trois dans le cas d'un moteur à courant alternatif triphasé).

Généralement, il suffit de considérer les harmoniques de rang  $n \leq 13$ .

Les moteurs triphasés à courant alternatif doivent être appropriés au fonctionnement sur un système de tensions dont la composante inverse ne dépasse pas 1 % de la composante directe pendant une longue période, ou 1,5 % pendant une courte période n'excédant pas quelques minutes, et dont la composante homopolaire n'excède pas 1 % de la composante directe.

Si les limites des valeurs du HVF et de la composante inverse et homopolaire se trouvent atteintes simultanément en service à la charge assignée, cela ne doit pas conduire à une température nuisible dans le moteur et il est recommandé que le dépassement d'échauffement ou de température qui en résulte par rapport aux limites spécifiées dans cette norme n'excède pas environ 10 K.

NOTE – A proximité de fortes charges monophasées (par exemple fours à induction) et dans les zones rurales, en particulier dans le cas de réseau mixte industriel et domestique, l'alimentation peut être déformée au-delà des limites fixées ci-dessus. Une telle situation nécessite de prendre des dispositions spéciales.

6.2.1.2 Les moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseurs statiques doivent supporter un taux supérieur d'harmoniques de la tension d'alimentation; voir la CEI 34-17 pour le cas des moteurs à cage ouverts par la CEI 34-12.

NOTE – Si la tension d'alimentation est notablement non sinusoïdale, par exemple dans le cas d'alimentation par convertisseur statique, la valeur efficace de la forme d'onde totale et celle de l'onde fondamentale sont toutes deux appropriées lors de la détermination des caractéristiques de fonctionnement d'une machine à courant alternatif.

## 6.2.2 Alternateurs

Les alternateurs doivent être appropriés à l'alimentation de circuits qui sont pratiquement non-déformants et pratiquement équilibrés, c'est-à-dire, si, alimentés par une tension sinusoïdale, aucune des valeurs instantanées du courant ne diffère de la valeur instantanée correspondante de l'onde fondamentale de plus de 5 % de l'amplitude de cette dernière et si, alimentés par un système de tensions symétrique, ni la composante inverse, ni la composante homopolaire du système de courants ne dépasse 5 % de la composante directe.

Si les limites de déformation et d'équilibre se trouvent atteintes simultanément en service à la charge assignée, cela ne doit pas conduire à une température nuisible dans l'alternateur et il est recommandé que le dépassement d'échauffement ou de température qui en résulte par rapport aux limites spécifiées dans cette norme n'excède pas environ 10 K.

## 6.2.3 Machines synchrones

Sauf spécification contraire, les machines synchrones triphasées doivent être capables de fonctionner en permanence sur un réseau dissymétrique tel que, aucun des courants de phase de ne dépassant le courant assigné, le rapport de la composante inverse du système de courants ( $I_2$ ) au courant assigné ( $I_N$ ) ne dépasse pas les valeurs du tableau 1, et de fonctionner, en cas de défaut à des valeurs du produit de  $(I_2/I_N)^2$  par le temps ( $t$ ) ne dépassant pas les valeurs du tableau 1.

The HVF shall be computed by using the following formula:

$$\text{HVF} = \sqrt{\sum \frac{u_n^2}{n}}$$

where

$u_n$  is the per unit value of the harmonic voltage (referred to rated voltage  $U_N$ );

$n$  is the order of harmonic (not divisible by three in the case of three-phase a.c. motors).

Usually it is sufficient to consider harmonic orders  $n \leq 13$ .

Three-phase a.c. motors shall be suitable for operation on a three-phase voltage system having a negative-sequence component not exceeding 1 % of the positive-sequence component over a long period, or 1,5 % for a short period not exceeding a few minutes, and a zero-sequence component not exceeding 1 % of the positive-sequence component.

Should the limiting values of the HVF and of the negative-sequence and zero-sequence components occur simultaneously in service at the rated load, this shall not lead to any deleterious temperature in the motor and it is recommended that the excess resulting temperature rise or temperature related to the limits specified in this standard should be not more than approximately 10 K.

NOTE – In the vicinity of large single-phase loads (e.g. induction furnaces), and in rural areas particularly on mixed industrial and domestic systems, supplies may be distorted beyond the limits set out above. Special arrangements will then be necessary.

6.2.1.2 AC motors supplied from static converters have to tolerate higher harmonic contents of the supply voltage, see IEC 34-17 for the case of cage motors within the scope of IEC 34-12.

NOTE – When the supply voltage is significantly non-sinusoidal e.g. from static converters, the r.m.s. value of the total waveform and of the fundamental are both relevant in determining the performance of an a.c. machine.

## 6.2.2 AC generators

AC generators shall be suitable for supplying circuits which are virtually non-deforming and virtually balanced, that is to say, when supplied by a sinusoidal voltage, none of the instantaneous values of the current differ from the corresponding instantaneous value of the fundamental by more than 5 % of the amplitude of the latter, and when supplied by a balanced system of voltages, neither the negative-sequence component nor the zero-sequence component of the system of currents exceeds 5 % of the positive-sequence component.

Should the limits of deformation and balance occur simultaneously in service at the rated load, this shall not lead to any deleterious temperature in the generator and it is recommended that the excess resulting temperature rise or temperature related to the limits specified in this standard should be not more than approximately 10 K.

## 6.2.3 Synchronous machines

Unless otherwise specified, three-phase synchronous machines shall be capable of operating continuously on an unbalanced system such that, with none of the phase currents exceeding the rated current, the ratio of the negative-sequence component of current ( $I_2$ ) to the rated current ( $I_N$ ) does not exceed the values in table 1 and under fault conditions shall be capable of operation with the product of  $(I_2/I_N)^2$  and time ( $t$ ) not exceeding the values in table 1.