

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 34-1

Septième édition — Seventh edition

1969

Machines électriques tournantes

Première partie: Valeurs nominales et caractéristiques de fonctionnement

Rotating electrical machines

Part 1: Rating and performance



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 34-1

Septième édition — Seventh edition

1969

Machines électriques tournantes

Première partie : Valeurs nominales et caractéristiques de fonctionnement

Rotating electrical machines

Part 1: Rating and performance



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
SECTION UN — DOMAINE D'APPLICATION	
1. Domaine d'application	8
SECTION DEUX — DÉFINITIONS	
2. Généralités	8
SECTION TROIS — SERVICE ET SERVICE NOMINAL	
4. Services types	12
5. Classes de service nominal	14
6. Désignation	16
7. Spécification du service nominal	18
8. Puissances nominales	18
9. Tensions nominales	18
10. Régimes nominaux	20
SECTION QUATRE — CONDITIONS D'UTILISATION	
11. Altitude et température	20
12. Forme et symétrie des courants et des tensions	22
13. Variations de tension au cours du fonctionnement	22
SECTION CINQ — ECHAUFFEMENT	
14. Conditions pendant l'essai d'échauffement	22
14.1 Température du fluide de refroidissement	22
14.2 Mesure de la température du fluide de refroidissement au cours des essais	22
15. Méthodes de mesure des échauffements	24
15.1 Echauffement d'un organe de machine	24
15.2 Méthodes de mesure des températures	24
15.3 Méthodes de mesure des températures d'enroulements	24
15.4 Méthode par thermomètre	26
15.5 Méthode par variation de résistance	26
15.6 Méthode de superposition	28
15.7 Détermination de l'échauffement des enroulements en cuivre par l'augmentation de la résistance	28
15.8 Méthode de mesure par indicateurs internes de température	28
15.9 Méthodes de mesure de température au moyen d'indicateurs internes de température	28
15.10 Correction pour mesures relevées après arrêt	30
15.11 Durée de l'essai d'échauffement en service continu	30
15.12 Essais d'échauffement pour les services autres que le service continu	30
16. Limites de températures et d'échauffements	32
16.1 Tableaux des températures et des échauffements	32
16.2 Enroulements statoriques de tension nominale supérieure à 11 000 V	34
16.3 Correction des limites d'échauffement au niveau de la mer en fonction de la température du fluide de refroidissement et de l'altitude	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
SECTION ONE — SCOPE	
1. Scope	9
SECTION TWO — DEFINITIONS	
2. General	9
SECTION THREE — DUTY AND RATING	
4. Duty types	13
5. Rating	15
6. Designation	17
7. Assignment of ratings	19
8. Output ratings	19
9. Voltage ratings	19
10. General ratings	21
SECTION FOUR — SITE CONDITIONS	
11. Altitude and temperature	21
12. Form and symmetry of currents and voltages	23
13. Voltage variations during operation	23
SECTION FIVE — TEMPERATURE RISE	
14. Conditions during temperature-rise test	23
14.1 Temperature of coolant	23
14.2 Measurement of coolant temperature during tests	23
15. Methods of measurement of temperature rise	25
15.1 Temperature rise of a part of a machine	25
15.2 Methods of measurement of temperatures	25
15.3 Methods of measuring temperatures of windings	25
15.4 Thermometer method	27
15.5 Resistance method	27
15.6 Superposition method	29
15.7 Determination of temperature rise of copper windings from increase in the resistance	29
15.8 Embedded temperature detector (E.T.D.) method	29
15.9 Methods of temperature measurement by embedded temperature detectors	29
15.10 Correction of measurements taken after the machine has come to rest	31
15.11 Duration of temperature-rise test for continuous rating	31
15.12 Temperature-rise tests for ratings other than continuous rating	31
16. Limits of temperatures and temperatures rises	33
16.1 Tables of temperatures and temperatures rises	33
16.2 Stator windings for rated voltages in excess of 11 000 V	35
16.3 Adjustment to limits of temperature rise at sea level to take care of operating conditions of coolant temperature and altitude	43

Articles	SECTION SIX — ESSAIS DIÉLECTRIQUES	Pages
17. Essais diélectriques		48
SECTION SEPT — CARACTÉRISTIQUES DIVERSES		
18. Surintensité momentanée des génératrices		52
19. Excès momentané de couple des moteurs		52
20. Couple minimal pendant le démarrage		54
21. Survitesse		54
22. Charge déséquilibrée des génératrices synchrones		56
23. Courant de court-circuit		56
24. Epreuve de tenue au court-circuit des génératrices à courant alternatif		58
SECTION HUIT — ESSAI DE COMMUTATION		
25. Essai de commutation pour machines à collecteur		58
SECTION NEUF — TOLÉRANCES		
26. Nomenclature des tolérances sur les grandeurs figurant dans les spécifications des machines électriques		58
SECTION DIX — PLAQUES SIGNALÉTIQUES		
27. Plaques signalétiques		62
SECTION ONZE — IRÉGULARITÉS DE LA FORME D'ONDE		
28. Prescriptions et essais		64
SECTION DOUZE — COORDINATION DES TENSIONS ET DES PUISSANCES		
29. Coordination des tensions et des puissances		68
FIGURES		70

Clause	SECTION SIX — DIELECTRIC TESTS	Page
17. Dielectric tests		49
SECTION SEVEN — MISCELLANEOUS CHARACTERISTICS		
18. Momentary excess current for generators		53
19. Momentary excess torque for motors		53
20. Pull-up torque		55
21. Overspeed		55
22. Unbalanced load of synchronous generators		57
23. Short-circuit current		57
24. Short-circuit withstand test for a.c. generators		59
SECTION EIGHT — COMMUTATION TEST		
25. Commutation test for direct and alternating current commutator machines		59
SECTION NINE — TOLERANCES		
26. Schedule of tolerances on quantities involved in the rating of electrical machinery		59
SECTION TEN — RATING PLATES		
27. Rating plates		63
SECTION ELEVEN — IRREGULARITIES OF WAVEFORM		
28. Requirements and tests		65
SECTION TWELVE — CO-ORDINATION OF VOLTAGES AND OUTPUTS		
29. Co-ordination of voltages and outputs		69
FIGURES		70

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

Première partie : Valeurs nominales et caractéristiques de fonctionnement

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 2 de la CEI : Machines tournantes. Elle remplace la sixième édition de la Publication 34-1 de la CEI parue en 1960.

Elle fait partie d'une série de recommandations traitant des machines électriques tournantes, et dont les autres parties sont:

- Deuxième partie: Détermination du rendement des machines électriques tournantes, éditée comme Publication 34-2 de la CEI.
- Troisième partie: Valeurs nominales et caractéristiques des turbo-machines triphasées à 50 Hz, éditée comme Publication 34-3 de la CEI.
- Quatrième partie: Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs des machines synchrones, éditée comme Publication 34-4 de la CEI.
- Cinquième partie: Degrés de protection des enveloppes des machines tournantes, éditée comme Publication 34-5 de la CEI.

Les travaux de révision commencèrent lors de la réunion tenue à Bucarest en 1962. Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Leningrad en 1963, à Bruxelles en 1964 et à Tokyo en 1965. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1966.

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

Afrique du Sud	Hongrie
Allemagne	Israël
Australie	Italie
Autriche	Japon
Belgique	Pologne
Corée (République de)	Royaume-Uni
Corée (République Démocratique	Suède
Populaire de)	Suisse
Danemark	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES

Part 1: Rating and performance

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 2, Rotating Machinery. It supersedes the 6th edition issued in 1960.

It constitutes part of a series of recommendations dealing with rotating electrical machinery, other parts being:

Part 2: Determination of Efficiency of Rotating Electrical Machinery, issued as IEC Publication 34-2.

Part 3: Ratings and Characteristics of Three-phase, 50 Hz Turbine-type Machines, issued as IEC Publication 34-3.

Part 4: Methods for Determining Synchronous Machine Quantities from Tests, issued as IEC Publication 34-4.

Part 5: Degrees of Protection by Enclosures for Rotating Machinery, issued as IEC Publication 34-5.

Work on the revision started at the meeting held in Bucharest in 1962. Drafts were discussed at the meetings held in Leningrad in 1963, in Brussels in 1964 and in Tokyo in 1965. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1966.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 1:

Australia	Japan
Austria	Korea (Democratic People's Republic of)
Belgium	Korea (Republic of)
Czechoslovakia	Poland
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

Première partie : Valeurs nominales et caractéristiques de fonctionnement

SECTION UN — DOMAINE D'APPLICATION

1. Domaine d'application

La présente recommandation est applicable aux machines tournantes, sans limitation de puissance ou de tension, à l'exception des machines pour véhicules de traction, qui font l'objet des Publications de la CEI : 48: Règles concernant les moteurs de traction électrique, 101: Règles applicables aux machines auxiliaires (moteurs et génératrices électriques) des véhicules moteurs, et 102: Règles applicables aux transmissions électriques des véhicules à moteurs Diesel (moteurs et génératrices principales à courant continu), des machines pour navires, qui font l'objet de la Publication 92 de la CEI: Installations électriques à bord des navires, et des machines pour avions.

Note. — Bien que les machines mentionnées ci-dessus soient exclues du domaine d'application de la présente recommandation, les Comités chargés de ces machines se réfèrent parfois, dans leurs recommandations, aux parties applicables de la présente publication.

Alors que la présente recommandation s'applique d'une façon générale aux turbo-machines, il existe dans la Publication 34-3 de la CEI un certain nombre de recommandations complémentaires pour les turbo-machines triphasées, 50 Hz.

Il n'est pas toujours possible d'appliquer la totalité de la présente recommandation aux très petites machines.

SECTION DEUX — DÉFINITIONS

2. Généralités

Pour les définitions de termes généraux employés dans la présente recommandation, il convient de se reporter au Groupe 10 du Vocabulaire Electrotechnique International. (Voir Publication 50 (10) de la CEI.)

Pour les besoins de la présente publication, les définitions suivantes sont applicables.

2.1 *Service nominal*

Ensemble des valeurs numériques des grandeurs électriques et mécaniques associées à leur durée et à leur ordre de succession dans le temps, attribuées à la machine par le constructeur et indiquées sur la plaque signalétique, la machine étant conforme aux conditions spécifiées.

2.2 *Valeur nominale*

Valeur numérique d'une grandeur entrant dans la définition du service nominal.

2.3 *Puissance nominale*

Valeur numérique de la puissance entrant dans la définition du service nominal.

2.4 *Régime*

Ensemble des valeurs numériques 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.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES

Part 1 : Rating and performance

SECTION ONE — SCOPE

1. Scope

This Recommendation applies to rotating machines, without limitation of output or voltage, with the exception of machines for traction vehicles which are covered by IEC Publications 48, Rules for Electric Traction Motors, 101, Rules for Auxiliary Machines on Motor Vehicles (Electric Motors and Generators) and 102, Rules for the Electric Transmission of Vehicles with Diesel Engines (Main D.C. Motors and Generators), machines for marine service which are covered by IEC Publication 92, Electrical Installation in Ships, and machines for air transport.

Note. — Although the machines referred to above are excluded from the scope of this Recommendation, the Committees responsible for such machines sometimes refer, in their Recommendations, to appropriate parts of this publication.

Whilst this Recommendation applies generally to turbine-type machines, there are a number of additional recommendations for 3-phase 50 Hz turbine-type machines in IEC Publication 34-3.

It may not be possible to apply the whole of this Recommendation to very small machines.

SECTION TWO — DEFINITIONS

2. General

For the definitions of general terms used in this Recommendation, reference should be made to Group 10 of the International Electrotechnical Vocabulary. (See IEC Publication 50 (10).)

For the purpose of this publication, the following definitions apply.

2.1 Rating

The whole of the numerical values of the electrical and mechanical quantities with their duration and sequences assigned to the machine by the manufacturer and stated on the rating plate, the machine complying with the specified conditions.

2.2 Rated value

The numerical value of the quantity included in the rating.

2.3 Rated output

The numerical value of the output included in the rating.

2.4 Load

All the numerical values of the electrical and mechanical quantities that signify the demand to be made on a rotating machine by an electrical circuit or a mechanism at a given instant.

2.5 *Fonctionnement à vide*

Etat de fonctionnement d'une machine tournant à sa vitesse normale au régime nominal sans qu'elle ait à fournir de la puissance.

2.6 *Repos*

Absence complète de tout mouvement et de toute alimentation électrique ou de tout entraînement mécanique.

2.7 *Service*

Stipulation des régimes, y compris les périodes de fonctionnement à vide et de repos auxquels la machine est soumise, de leurs durées et de leur ordre de succession dans le temps.

2.8 *Service type*

Service comprenant un ou plusieurs régimes constants pendant des durées spécifiées.

2.9 *Equilibre thermique*

Etat atteint lorsque les échauffements observés des diverses parties de la machine ne varient pas de plus de 2 deg C pendant 1 h.

2.10 *Facteur de marche*

Rapport entre le temps de fonctionnement en charge, y compris le démarrage et le freinage électrique, et la durée d'un cycle, exprimé en pour-cent.

2.11 *Couple initial de démarrage (d'un moteur à courant alternatif)*

Couple le plus petit que développe le moteur à l'arrêt lorsqu'il est alimenté à la tension et à la fréquence nominales.

Cette valeur du couple s'entend après extinction des phénomènes transitoires.

2.12 *Courant initial de démarrage (d'un moteur à courant alternatif)*

Valeur efficace du courant le plus élevé absorbé par le moteur à l'arrêt lorsqu'il est alimenté à la tension et à la fréquence nominales.

Cette valeur du courant s'entend après extinction des phénomènes transitoires.

2.13 *Couple minimal pendant le démarrage (d'un moteur à courant alternatif)*

Couple le plus petit que développe le moteur entre la vitesse nulle et la vitesse qui correspond au couple de décrochage lorsque le moteur est alimenté à la tension et à la fréquence nominales.

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

Note. — Cette valeur s'applique à la caractéristique habituelle du couple moyen qui exclut les effets transitoires.

2.14 *Couple maximal (couple de décrochage) (d'un moteur à courant alternatif)*

Couple le plus élevé que le moteur peut développer en marche à la tension et à la fréquence nominales (et à l'excitation nominale dans le cas des moteurs synchrones).

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

Note. — Cette valeur s'applique à la caractéristique habituelle du couple moyen qui exclut les effets transitoires.

2.5 *No-load*

The state of a machine rotating at normal speed under rated condition except that no output is required of it.

2.6 *Rest and de-energized*

The complete absence of all movement and of all electrical or mechanical supply.

2.7 *Duty*

A statement of the loads including no-load and rest and de-energized periods to which the machine is subjected, including their duration and sequence in time.

2.8 *Duty type*

A duty consisting of one or more sets of loads remaining constant for the durations specified.

2.9 *Thermal equilibrium*

The state reached when the observed temperature rises of the several parts of the machine do not vary by more than 2 deg C over a period of 1 h.

2.10 *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.

2.11 *Breakaway torque (of an a.c. motor)*

The smallest torque developed by the motor when at rest and when it is supplied at the rated voltage and frequency.

This torque value applies after the disappearance of transient phenomena.

2.12 *Breakaway starting current (of an a.c. motor)*

The highest r.m.s. current absorbed by the motor when at rest and when it is supplied at the rated voltage and frequency.

This current value applies after the disappearance of transient phenomena.

2.13 *Pull-up torque (of an a.c. motor)*

The smallest torque developed by the motor between zero speed and the speed which corresponds to the pull-out 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. — This value applies to the usual mean torque characteristic which excludes transient effects.

2.14 *Pull-out torque (of an a.c. motor)*

The highest torque that the motor can develop while running at rated voltage and frequency (and rated excitation in the case of synchronous motors).

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

Note. — This value applies to the usual mean torque characteristic which excludes transient effects.

SECTION TROIS — SERVICE ET SERVICE NOMINAL

3. L'indication du service doit être donnée par l'acheteur avec toute la précision possible. Dans certains cas où la charge ne varie pas ou bien varie de façon prévisible, elle peut être indiquée numériquement ou à l'aide de graphiques représentant les variations en fonction du temps des grandeurs variables. Lorsque la suite réelle des valeurs dans le temps est indéterminée, on doit indiquer une suite fictive, au moins aussi sévère que la suite réelle ou bien la choisir parmi l'un des services types énumérés à l'article 4.

L'attribution du service nominal doit être faite par le constructeur en vue de définir les possibilités de la machine. Que la machine porte ou non l'indication du service type défini à l'article 4, elle doit porter une plaque donnant la valeur des grandeurs qui lui sont attribuées par le constructeur, conformément à la définition du service nominal donnée à l'article 2. En outre, étant donné que les machines électriques ont des échauffements qui sont fonction du temps et que ces échauffements sont limités conformément à la présente recommandation, le terme « service nominal » doit être complété par un qualificatif indiquant la durée pendant laquelle la machine peut fonctionner tout en satisfaisant à la présente recommandation. Lorsqu'une machine est construite en vue d'un usage général, elle doit pouvoir assurer son service nominal indéfiniment et le qualificatif doit l'indiquer. Lorsqu'une machine est construite en vue de fonctionner à un ou plusieurs régimes variables comprenant des périodes de fonctionnement à vide ou des périodes de repos, ceci doit également être indiqué par un qualificatif approprié.

Le constructeur attribue le service nominal à la machine en se basant sur ses connaissances, son expérience et son jugement; en outre, une certaine période d'exploitation et d'entretien par le constructeur au lieu d'installation est habituellement prévue; il suffit donc normalement, dans le cas où un essai est spécifié, d'essayer la machine aux valeurs du service nominal équivalent. Dans les cas, cependant, où l'acheteur désire que la machine soit essayée dans les conditions du service réel ou estimé, un accord entre le constructeur et l'acheteur doit être conclu à ce sujet, étant bien entendu qu'une telle procédure n'est pas d'une application générale. Il faut reconnaître que des essais s'étendant sur une période limitée ne peuvent pas à eux seuls assurer qu'une machine fonctionnera sans incident pendant des années et qu'en définitive l'expérience et la conscience professionnelle du constructeur représentent la meilleure garantie pour l'acheteur. Il convient d'en tenir compte lorsque l'on recherche un accord sur les essais.

4. Service types *

Les services-types sont classés comme suit.

4.1 Service continu (S1)

Service consistant en un fonctionnement à régime constant d'une durée suffisante pour que l'équilibre thermique soit atteint (voir figure 1, page 70).

4.2 Service temporaire (S2)

Service à régime constant pendant un temps déterminé, moindre que celui requis pour atteindre l'équilibre thermique, suivi d'un repos d'une durée suffisante pour rétablir à 2 deg C près l'égalité de température avec celle du milieu refroidissant (voir figure 2, page 71).

* Bien que les huit services types aient été définis spécialement en vue de leur application aux moteurs, certains d'entre eux peuvent être employés pour caractériser le service d'une génératrice (par exemple S1, S2).

SECTION THREE — DUTY AND RATING

3. The declaration of duty shall be made by the purchaser as accurately as possible. In certain cases, where the load does not vary or where it varies in a predeterminable manner, it may be declared numerically or with the aid of time-sequence graphs of the variable quantities. Where the true time-sequence is indeterminate, a fictitious time-sequence, not less onerous than the true one, shall be nominated or selected from the duty types listed in Clause 4.

The assignment of rating shall be made by the manufacturer to signify the capabilities of the machine. Irrespective of whether the machine carries an indication of the duty as described in Clause 4, it shall carry a plate giving the values of the quantities assigned to it by the manufacturer in accordance with the definition of rating given in Clause 2. In addition, since electrical machines have a time-rate of temperature rise and since the rise of temperature in accordance with this Recommendation is limited, a qualifying term shall precede the term "rating" to give an indication of the duration for which the machine may be run at the assigned values while complying with the Recommendation. Where a machine is manufactured for general purposes, it shall be capable of supplying its rating indefinitely and the qualifying term shall signify this. Where a machine is manufactured with the intention that it will be used to supply varying loads or loads including periods of no-load or periods where the machine will be in a state of rest and de-energized, the qualifying term shall signify this.

Since the rating is assigned to the machine by the manufacturer from his knowledge, experience and best estimate, and since a certain maintenance period on site is usually agreed, it will normally be sufficient to test a machine, where a test is required, to the equivalent rating. In cases, however, where a purchaser wishes to have the machine tested to the actual or estimated duty, this should be arranged by agreement between manufacturer and purchaser bearing in mind that such a procedure is not generally applicable. It should be recognized that no tests over a restricted period of time can, of themselves, ensure that a machine will run trouble-free over a period of years and that in the long-run, the experience and integrity of the manufacturer is the purchaser's main safeguard. This should be taken into account when agreement for tests is being reached.

4. Duty types *

The duty types are classified as follows.

4.1 *Continuous running duty type (S1)*

Operation at constant load of sufficient duration for thermal equilibrium to be reached (see Figure 1, page 70).

4.2 *Short-time duty type (S2)*

Operation at constant load during a given time, less than that required to reach thermal equilibrium, followed by a rest and de-energized period of sufficient duration to re-establish machine temperatures within 2 deg C of the coolant (see Figure 2, page 71).

* Whilst the eight duty types are intended to apply primarily to motors, certain of them may also be used to define generator duties (e.g. S1, S2).

4.3 *Service intermittent périodique (S3) **

Service composé d'une suite de cycles identiques comprenant chacun un temps de fonctionnement à un régime constant et un temps de repos (voir figure 3, page 72) et tels qu'au cours de chacun d'eux le courant de démarrage n'influence pas l'échauffement d'une façon marquée.

4.4 *Service intermittent périodique à démarrage (S4) **

Service composé d'une suite de cycles identiques comprenant chacun un temps appréciable de démarrage, un temps de fonctionnement à régime constant et un temps de repos (voir figure 4, page 73).

4.5 *Service intermittent périodique à freinage électrique (S5) **

Service composé d'une suite de cycles identiques comprenant chacun un temps de démarrage, un temps de fonctionnement à régime constant, un temps de freinage électrique rapide et un temps de repos (voir figure 5, page 74).

4.6 *Service ininterrompu périodique à charge intermittente (S6) **

Service composé d'une suite de cycles identiques comprenant chacun un temps de fonctionnement à régime constant et un temps de fonctionnement à vide. Il n'existe pas de temps de repos (voir figure 6, page 75).

4.7 *Service ininterrompu périodique à freinage électrique (S7) **

Service composé d'une suite de cycles identiques comprenant chacun un temps de démarrage, un temps de fonctionnement à régime constant et un temps de freinage électrique. Il n'existe pas de temps de repos (voir figure 7, page 76).

4.8 *Service ininterrompu à changement de vitesse périodique (S8) **

Service composé d'une suite de cycles identiques comprenant chacun un temps de fonctionnement à régime constant correspondant à une vitesse de rotation déterminée, suivi d'un ou plusieurs temps de fonctionnement à d'autres régimes correspondant à des vitesses de rotation différentes (réalisées par exemple par changement du nombre de pôles dans le cas des moteurs à induction). Il n'existe pas de temps de repos (voir figure 8, page 77).

5. **Classes de service nominal**

En spécifiant le service nominal, le constructeur devra choisir l'une des classes, définies ci-après dans les paragraphes 5.1 à 5.4.

5.1 *Service nominal continu maximal*

Stipulation par le constructeur de la charge et des conditions dans lesquelles la machine peut fonctionner pendant une durée illimitée tout en satisfaisant aux prescriptions de la présente recommandation.

5.2 *Service nominal temporaire*

Stipulation par le constructeur de la durée, de la charge et des conditions dans lesquelles la machine peut fonctionner pendant une durée limitée, en partant de la température ambiante, tout en satisfaisant aux prescriptions de la présente recommandation. Les durées préférentielles pour le service nominal temporaire sont 10 min, 30 min, 60 min et 90 min.

* La période est en général de trop courte durée pour que l'équilibre thermique soit atteint (voir le paragraphe 5.4).

4.3 *Intermittent periodic duty type (S3) **

A sequence of identical duty cycles, each including a period of operation at constant load and a rest and de-energized period (see Figure 3, page 72). In this duty type, the cycle is such that the starting current does not significantly affect the temperature rise.

4.4 *Intermittent periodic duty type with starting (S4) **

A sequence of identical duty cycles, each cycle including a significant period of starting, a period of operation at constant load and a rest and de-energized period (see Figure 4, page 73).

4.5 *Intermittent periodic duty type with electric braking (S5) **

A sequence of identical duty cycles, each cycle consisting of a period of starting, period of operation at constant load, a period of rapid electric braking and a rest and de-energized period (see Figure 5), page 74).

4.6 *Continuous-operation periodic duty type (S6) **

A sequence of identical duty cycles, each cycle consisting of a period of operation at constant load and a period of operation at no-load. There is no rest and de-energized period (see Figure 6, page 75).

4.7 *Continuous-operation periodic duty type with electric braking (S7) **

A sequence of identical duty cycles, each cycle consisting of a period of starting, a period of operation at constant load and a period of electric braking. There is no rest and de-energized period (see Figure 7, page 76).

4.8 *Continuous-operation periodic duty type with related load/speed changes (S8) **

A sequence of identical duty cycles, each cycle consisting of a period of operation at constant load corresponding to a predetermined speed of rotation, followed by one or more periods of operation at other constant loads corresponding to different speeds of rotation (carried out for example by means of a change of the number of poles in the case of induction motors). There is no rest and de-energized period (see Figure 8, page 77).

5. **Rating**

In assigning the rating, the manufacturer shall select one of the following for the rating classes defined in Sub-clauses 5.1 to 5.4.

5.1 *Maximum continuous rating*

The statement of the load and conditions assigned to the machine by the manufacturer at which the machine may be operated for an unlimited period while complying with the requirements of this Recommendation.

5.2 *Short-time rating*

The statement of the load, time and conditions assigned to the machine by the manufacturer at which the machine may be operated for a limited period, starting at the ambient temperature, while complying with the requirements of this Recommendation. The preferred times for short-time ratings are 10 min, 30 min, 60 min, 90 min.

* The period is generally too short for thermal equilibrium to be obtained (see Sub-clause 5.4).

5.3 *Service nominal continu équivalent*

Stipulation par le constructeur, à des fins d'essais, de la charge et des conditions dans lesquelles la machine peut fonctionner jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint réalisant ainsi l'équivalence avec l'un des services types énumérés à l'article 4 tout en satisfaisant aux prescriptions de la présente recommandation.

5.4 *Service nominal cyclique*

Stipulation par le constructeur des charges et des conditions dans lesquelles la machine peut fonctionner suivant des cycles tout en satisfaisant aux prescriptions de la présente recommandation.

Si ce genre de service nominal est appliqué, il doit correspondre à l'un des services types définis à l'article 4.

La durée d'un cycle doit être de 10 min et le facteur de marche doit avoir l'une des valeurs suivantes:

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

Afin de permettre au constructeur de choisir le service nominal approprié, l'acheteur doit donner des détails complets sur le service demandé.

5.5 *Facteur d'inertie (FI) — Constante d'énergie cinétique*

La constante d'énergie cinétique du moteur (H) (voir Publication 34-4 de la CEI) à la vitesse nominale et la constante d'énergie cinétique de la charge (H) à la vitesse nominale doivent être spécifiées. Cette dernière peut être donnée sous la forme du facteur d'inertie (FI) qui est le rapport du moment d'inertie total de la charge (rapporté à l'arbre du moteur), augmenté du moment d'inertie du moteur, au moment d'inertie du moteur.

6. **Désignation**

Le service type est désigné par l'une des abréviations indiquées à l'article 4. Pour le service S2, l'abréviation est suivie de la durée du service. Pour les services S3 et S6, les abréviations sont suivies de l'indication du facteur de marche.

Exemples: S2 60 min
S3 25%
S6 40%

Pour les services S4 et S5, les abréviations sont suivies de l'indication du facteur de marche, de celles de la constante d'énergie cinétique du moteur (H) et de la constante d'énergie cinétique de la charge (H) ou de celles de la constante d'énergie cinétique du moteur (H) et du facteur d'inertie (FI).

Exemples: S4 25% moteur H.2 charge H.4
ou S4 25% moteur H.2 FI.3

Pour le service S7, l'abréviation est suivie de l'indication de la constante d'énergie cinétique du moteur (H) et de la constante d'énergie cinétique de la charge (H) ou de l'indication de la constante d'énergie cinétique du moteur (H) et du facteur d'inertie (FI).

Exemples: S7 moteur H.1 charge H.5
ou S7 moteur H.1 FI.6

5.3 *Equivalent continuous rating*

The statement of the load and conditions assigned to the machine, for test purposes, by the manufacturer 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 listed in Clause 4 while complying with the requirements of this Recommendation.

5.4 *Duty-type ratings*

Statement of the loads and conditions assigned to the machine by the manufacturer at which the machine may be operated on duty cycles while complying with the requirements of this Recommendation.

This class of rating if applied shall correspond to one of the duty types described in Clause 4.

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 %.

To enable the manufacturer to properly assign the duty cycle rating, the purchaser shall provide full details of the required duty.

5.5 *Factor of inertia (FI) — Stored energy constant*

The motor stored energy constant (H) (see IEC Publication 34-4) at rated speed, and the load stored energy constant (H) at rated speed shall be stated. The latter may be given in the form of a factor of inertia (FI) which is the ratio of the total load moment of inertia (referred to the motor shaft) plus the motor moment of inertia, to the motor moment of inertia.

6. **Designation**

A duty type is designated by means of the abbreviations given in Clause 4. For the duty type S2, the abbreviation is followed by an indication of the duration of the duty. For duty types S3 and S6, the abbreviations are followed by the cyclic duration factor.

Examples: S2 60 min
S3 25 %
S6 40 %

For the duty types S4 and S5, the abbreviations are followed by the indication of the cyclic duration factor, and the motor stored energy constant (H) and the load stored energy constant (H) or the motor stored energy constant (H) and the factor of inertia (FI).

Examples: S4 25 % motor H.2 load H.4
or S4 25 % motor H.2 FI.3

For the duty type S7, the abbreviation is followed by the motor stored energy constant (H) and the load stored energy constant (H) or the motor stored energy constant (H) and the factor of inertia (FI).

Examples: S7 motor H.1 load H.5
or S7 motor H.1 FI.6

Pour le service S8, l'abréviation est suivie de l'indication de la constante d'énergie cinétique du moteur (H) et de la constante d'énergie cinétique de la charge (H) ou de l'indication de la constante d'énergie cinétique du moteur (H) et du facteur d'inertie (FI), ainsi que de la charge, de la vitesse et du facteur de marche pour chacun des régimes caractérisés par une vitesse.

Exemples :

S8	moteur H.1	charge H.9	24 kW	740 tr/min	30 %
	moteur H.1	charge H.9	60 kW	1 460 tr/min	30 %
	moteur H.1	charge H.9	45 kW	980 tr/min	40 %
ou S8	moteur H.1	FI.10	24 kW	740 tr/min	30 %
	moteur H.1	FI.10	60 kW	1 460 tr/min	30 %
	moteur H.1	FI.10	45 kW	980 tr/min	40 %

7. Spécification du service nominal

Le service nominal doit être spécifié conformément aux prescriptions de la présente section et marqué sur la plaque signalétique conformément à la section dix.

Pour les machines prévues pour plusieurs services nominaux, la machine doit être conforme à tous points de vue à la présente recommandation pour chaque service nominal.

Lorsque des réactances sont insérées entre les bornes de la machine et les barres et sont considérées comme faisant partie intégrante de la machine, les valeurs nominales se rapportent aux bornes de la réactance (ceci ne comprend pas le transformateur de puissance).

8. Puissances nominales

8.1 *Génératrices de courant continu*

La puissance nominale est la puissance utile aux bornes, exprimée en watts (W).

8.2 *Alternateurs*

La puissance nominale est la puissance électrique apparente aux bornes, exprimée en volt-ampères (VA) complétée par l'indication du facteur de puissance.

8.3 *Moteurs*

La puissance nominale est la puissance mécanique disponible sur l'arbre, exprimée en watts (W).

Note. — Il est d'usage dans de nombreux pays d'exprimer la puissance mécanique disponible sur l'arbre en chevaux (1 hp est équivalent à 745,7 W, 1 ch est équivalent à 736 W).

8.4 *Compensateurs synchrones*

La puissance nominale est la puissance réactive aux bornes, exprimée en voltampères réactifs (var) au régime sous-excité ainsi qu'au régime surexcité.

9. Tensions nominales

9.1 *Tension nominale*

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

For the duty-type S8, the abbreviation is followed by the motor stored energy constant (H) and the load stored energy constant (H) or the motor stored energy constant (H) and the factor of inertia (FI) together with the load, speed and cyclic duration factor for each steady speed condition.

<i>Examples:</i>	S8	motor H.1	load H.9	24 kW	740 rev/min	30 %
		motor H.1	load H.9	60 kW	1 460 rev/min	30 %
		motor H.1	load H.9	45 kW	980 rev/min	40 %
or S8		motor H.1	FI.10	24 kW	740 rev/min	30 %
		motor H.1	FI.10	60 kW	1 460 rev/min	30 %
		motor H.1	FI.10	45 kW	980 rev/min	40 %

7. Assignment of ratings

Ratings shall be assigned in accordance with the recommendations of this Section and marked on the rating plate in accordance with Section Ten.

For machines with multiple sets of ratings, the machine shall comply with this Recommendation in all respects at each set of ratings.

Where reactors are connected between machine terminals and busbars, and are regarded as an integral part of the machine, the ratings shall refer to the busbar, terminals of the reactor (this does not include power transformers).

8. Output ratings

8.1 D.C. generators

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

8.2 A.C. generators

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

8.3 Motors

The mechanical power available at the shaft, expressed in watts (W).

Note. — It is the practice in many countries for the mechanical power available at the shafts of motors to be expressed also in horsepower (1 hp is equivalent to 745.7 W, 1 ch (cheval or metric horsepower) is equivalent to 736 W).

8.4 Synchronous condensers

The rating at the terminals shall be expressed in volt-amperes reactive (var) in both the under-excited and over-excited conditions.

9. Voltage ratings

9.1 Rated voltage

The voltage between lines at the terminals of the machines at rated output.

9.2 *Génératrices prévues pour fonctionner dans une plage de tensions d'étendue relativement faible*

Génératrices de courant continu.

Pour les génératrices de courant continu prévues pour fonctionner dans une plage de tensions d'étendue relativement faible, la puissance nominale et le courant nominal doivent, sauf spécification contraire, se rapporter à la limite supérieure de la plage de tensions (voir article 13).

Alternateurs.

Pour les alternateurs prévus pour fonctionner dans une plage de tensions d'étendue relativement faible, la puissance nominale et le facteur de puissance nominale doivent, sauf spécification contraire, se rapporter à chacune des valeurs de tensions de la plage (voir article 13).

10. **Régimes nominaux**

10.1 *Moteurs à plusieurs vitesses*

Pour les moteurs à plusieurs vitesses, un régime nominal particulier doit être stipulé pour chaque vitesse.

10.2 *Moteurs à vitesse variable*

Pour les moteurs à vitesse variable, un régime nominal particulier doit être stipulé pour la vitesse la plus élevée et la vitesse la plus basse de la plage spécifiée. Si des régimes nominaux à des valeurs intermédiaires de la vitesse présentent de l'importance, ils doivent être spécifiés.

SECTION QUATRE — CONDITIONS D'UTILISATION

11. **Altitude et température**

Sauf accord contraire entre le constructeur et l'acheteur, les machines doivent être établies pour les conditions d'utilisation suivantes.

11.1 *Altitude*

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

Les machines destinées à fonctionner dans des emplacements où l'altitude est supérieure à 1 000 m font l'objet du paragraphe 16.3.

Pour les machines destinées à fonctionner dans des emplacements où, en raison de l'altitude élevée, la température du fluide de refroidissement est faible, voir le paragraphe 16.3.

11.2 *Température*

La température du fluide de refroidissement ne dépasse pas 40 °C.

Les machines destinées à fonctionner avec un fluide de refroidissement dont la température maximale diffère de 40 °C font l'objet du paragraphe 16.3.

Pour les machines munies d'hydoréfrigérants, la température de l'eau à l'entrée du réfrigérant est supposée ne pas dépasser 25 °C.

9.2 *Generators rated for operation over a relatively small specified range of voltages*

D.C. generators.

For d.c. generators rated to operate over a relatively small range of voltage, the rated output and current shall relate to the highest voltage of the range, unless otherwise specified (see Clause 13).

A.C. generators.

For a.c. generators rated to operate over a relatively small specified range of voltage, the rated output and power-factor shall relate to any voltage within the range, unless otherwise specified (see Clause 13).

10. **General ratings**

10.1 *Ratings for multi-speed motors*

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

10.2 *Ratings for variable-speed motors*

For a variable-speed motor definite ratings shall be assigned for the highest and lowest speed in the range specified. If ratings at intermediate speeds are important, they shall be specified.

SECTION FOUR — SITE CONDITIONS

11. **Altitude and temperature**

Machines shall be designed for the following site conditions, unless agreed otherwise between the manufacturer and the purchaser.

11.1 *Altitude*

Height above sea level not exceeding 1 000 m.

Machines intended for service on sites where the altitude is in excess of 1 000 m are covered by Sub-clause 16.3.

For machines intended for service on a site where the coolant temperature is low, by reason of high altitude, see Sub-clause 16.3.

11.2 *Temperature*

Temperature of the coolant not exceeding 40 °C.

Machines intended for service with a maximum temperature of coolant other than 40 °C are covered by Sub-clause 16.3.

For machines having water-cooled heat exchangers, the temperature of the water at the intake to the heat exchangers should be assumed not to exceed 25 °C.

12. **Forme et symétrie des courants et des tensions**

Les machines doivent être établies de façon à pouvoir fonctionner dans les conditions suivantes :

- 12.1 S'il s'agit d'un moteur à courant alternatif, la tension d'alimentation est supposée être pratiquement sinusoïdale. Si le moteur est polyphasé, les tensions d'alimentation doivent en outre former un système pratiquement symétrique.

Note. — Une tension est considérée comme pratiquement sinusoïdale si aucune des valeurs instantanées de l'onde ne diffère de la valeur instantanée de même phase de l'onde fondamentale de plus de 5 % de l'amplitude de cette dernière.

Un système de tensions polyphasées est considéré comme pratiquement symétrique si aucune des composantes inverse et homopolaire n'excède 2 % de la composante directe.

- 12.2 S'il s'agit d'une génératrice de courant alternatif, le circuit sur lequel elle débite est supposé pratiquement non déformant et pratiquement symétrique (voir toutefois l'article 22).

Note. — Un circuit est considéré comme pratiquement non déformant si, alimenté par une tension sinusoïdale, il est parcouru par un courant pratiquement sinusoïdal, c'est-à-dire dont aucune des valeurs instantanées ne diffère de la valeur instantanée de même phase de l'onde fondamentale de plus de 5 % de l'amplitude de cette dernière.

Un circuit polyphasé est considéré comme pratiquement symétrique si, alimenté par un système de tensions symétrique, il est parcouru par un système de courants pratiquement symétrique, c'est-à-dire dont aucune des composantes inverse et homopolaire ne dépasse 5 % de la composante directe.

13. **Variations de tension au cours du fonctionnement**

Les génératrices conformes aux présentes règles doivent pouvoir fournir, à leur vitesse nominale, à leur puissance nominale (et à leur facteur de puissance nominal dans le cas de génératrices à courant alternatif) une tension pouvant varier entre 95 % et 105 % de leur tension nominale.

Les moteurs conformes aux présentes règles doivent pouvoir fournir leur puissance nominale lorsqu'ils sont alimentés (à leur fréquence nominale en courant alternatif) sous une tension pouvant varier entre 95 % et 105 % de leur tension nominale.

Dans le cas de fonctionnement continu aux limites extrêmes de tension spécifiées ci-dessus, les limites d'échauffement indiquées au tableau I peuvent être dépassées de :

- 10 deg C pour les machines de puissance inférieure ou égale à 1 000 kW (ou kVA),
- 5 deg C pour les machines de puissance supérieure à 1 000 kW (ou kVA).

Note. — Les machines ne doivent pas être soumises en service à des charges dépassant la charge nominale ou à des conditions s'éloignant des conditions nominales, à moins que l'on ne soit informé qu'elles conviennent à un tel usage.

SECTION CINQ — ÉCHAUFFEMENT

14. **Conditions pendant l'essai d'échauffement**

14.1 *Température du fluide de refroidissement*

L'essai de la machine peut s'effectuer à une température quelconque convenable du fluide de refroidissement. Si la température du fluide de refroidissement au cours des essais d'échauffement diffère de plus de 30 deg C de la température spécifiée (ou calculée conformément au paragraphe 16.3.10) pour le fonctionnement au lieu d'installation, les corrections indiquées au paragraphe 16.3 doivent être effectuées.

14.2 *Mesure de la température du fluide de refroidissement au cours des essais*

La valeur à adopter pour la température du fluide de refroidissement pendant un essai est la moyenne des lectures faites sur les thermomètres à intervalles de temps égaux pendant le dernier quart de la durée de l'essai.

12. Form and symmetry of currents and voltages

Machines shall be designed so as to be capable of operating under the following conditions :

- 12.1 In the case of an a.c. motor, the supply voltage is assumed to be virtually sinusoidal. In the case of a polyphase motor, the supply voltages shall also form a virtually balanced system.

Note. — The voltage is considered to be virtually sinusoidal if none of the instantaneous values of the wave differ from the instantaneous value of the same phase of the fundamental wave by more than 5% of the amplitude of this latter.

A system of polyphase voltages is considered to be virtually balanced if none of the negative-sequence and zero-sequence components exceed 2% of the positive-sequence component.

- 12.2 In the case of an a.c. generator, the circuit which it supplies is assumed to be virtually non-deforming and virtually balanced (see, however, Clause 22).

Note. — A circuit is considered to be virtually non-deforming, if, when supplied by a sinusoidal voltage, the current is virtually sinusoidal, that is to say, of which none of the instantaneous values differ from the instantaneous value of the same phase of the fundamental wave by more than 5% of the amplitude of this latter.

A polyphase circuit is considered to be virtually balanced, if, when supplied by a balanced system of voltages, the system of currents is virtually balanced, that is to say, of which neither the negative-sequence nor the zero-sequence components exceed 5% of the positive-sequence current.

13. Voltage variations during operation

Generators complying with these requirements shall be capable of supplying their rated output at rated speed (and at rated power-factor in the case of a.c. generators) at a voltage that may vary between 95% and 105% of their rated voltage.

Motors complying with these requirements shall be capable of providing their rated output when they are supplied (in the case of a.c. machines at their rated frequency) by a voltage that may vary between 95% and 105% of their rated voltage.

In the case of continuous operation at the extreme voltage limits specified above, the temperature-rise limits stated in Table I may be exceeded by:

- 10 deg C for machines of output up to and including 1 000 kW (or kVA);
- 5 deg C for machines of output exceeding 1 000 kW (or kVA).

Note. — Machines should not be operated in service at loads in excess of their rated load or under conditions differing from the rated conditions unless it is known that they are suitable for such use.

SECTION FIVE — TEMPERATURE RISE

14. Conditions during temperature-rise test

14.1 *Temperature of coolant*

A machine may be tested at any convenient value of coolant temperature. If the temperature of the coolant during the temperature-rise tests differs by more than 30 deg C from that specified (or assumed from Sub-clause 16.3.10) for operation on site, the corrections given in Sub-clause 16.3 shall be made.

14.2 *Measurement of coolant temperature during tests*

The value to be adopted for the temperature of the coolant during a test shall be the mean of the readings of the thermometers taken at equal intervals of time during the last quarter of the duration of the test.