

Commission Electrotechnique Internationale

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

International Electrotechnical Commission

(affiliated to the International Organization for Standardization - ISO)

Recommandations de la C.E.I. pour les machines électriques tournantes

(à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)

Publication N° 34
5^{ème} Edition (1^{ère} Partie)

I.E.C. Recommendations for Rotating Electrical Machinery

(Excluding Machines for Traction Vehicles)

Publication No 34
5th Edition (Part I)



Publiées par le
Bureau Central de la C E I
39, route de Malagnou
Genève (Suisse)
1953

Droits de reproduction réservés

Published by the
Central Office of the I E C
39, route de Malagnou
Geneva (Switzerland)
1953

Copyright All rights reserved

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60034:1 1953

Withdrawn

Commission Electrotechnique Internationale

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

International Electrotechnical Commission

(affiliated to the International Organization for Standardization - ISO)

Recommandations de la C.E.I. pour les machines électriques tournantes

(à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)

Publication N° 34
5^{ème} Edition (1^{ère} Partie)

I.E.C. Recommendations for Rotating Electrical Machinery

(Excluding Machines for Traction Vehicles)

Publication No 34
5th Edition (Part I)



Publiées par le
Bureau Central de la C E I
39, route de Malagnou
Genève (Suisse)
1953

Droits de reproduction réservés

Published by the
Central Office of the I E C
39, route de Malagnou
Geneva (Switzerland)
1953

Copyright All rights reserved

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RECOMMANDATIONS DE LA C.E.I. POUR LES MACHINES
ÉLECTRIQUES TOURNANTES

(à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)

5^{ème} Edition de la Publication 34 — 1^{ère} Partie *

* La deuxième partie sera publiée ultérieurement et comprendra les recommandations pour le Chapitre 10, Détermination du rendement

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

L'édition précédente de la Publication n° 34 de la C E I, à savoir la quatrième édition, a été publiée en 1934, et avait pour objet les génératrices, les moteurs (à l'exception des moteurs de traction), les commutatrices et les transformateurs

La présente révision, qui constitue la cinquième édition, s'applique aux machines électriques tournantes, à l'exclusion des machines pour véhicules de traction Les transformateurs font maintenant l'objet d'une publication séparée qui sera publiée prochainement

La cinquième édition est l'aboutissement d'une réunion du Comité d'Etudes n° 2, Machines tournantes, tenue à Estoril en juillet 1951 Au cours de cette réunion, un accord a pu être réalisé au sujet d'un certain nombre de modifications qu'il était nécessaire d'apporter à la Publication n° 34 pour tenir compte des progrès réalisés depuis 1934 Il a été reconnu que de nouveaux travaux devraient être entrepris pour introduire des questions nouvelles dans la spécification, et pour prendre en considération les progrès récents des matières isolantes Il a été décidé de publier la cinquième édition sous sa forme actuelle en y incorporant les points au sujet desquels un accord avait pu être réalisé à Estoril, et de différer la discussion des autres points jusqu'à ce que les travaux en vue de la sixième édition soient commencés Les travaux relatifs à la classification des matières isolantes ont été confiés à un sous-comité spécial, et il a été décidé de surseoir à toute modification des limites d'échauffement permises dans la Publication n° 34 jusqu'à ce que ce sous-comité ait fait connaître ses conclusions

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**I.E.C. RECOMMENDATIONS FOR ROTATING
ELECTRICAL MACHINERY**

(excluding Machines for Traction Vehicles)

5th Edition of Publication 34 — Part I *

* Part II will be issued later and will comprise the recommendations for Section 10, Determination of Efficiency

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 recognised of extending international accord 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

The previous edition of I E C Publication No 34, namely the fourth edition, was issued in 1934 and it covered generators, motors (except traction motors), synchronous converters and transformers

The present revision, namely the fifth edition, applies to rotating electrical machinery, excluding machines for traction vehicles Transformers are now covered by a separate publication which will be issued shortly

The fifth edition is the outcome of a meeting of Technical Committee No 2, Rotating Machinery, held in Estoril in July, 1951 At this meeting agreement was reached regarding a number of modifications which required to be made to Publication 34 as a result of developments since 1934 It was realized that further work would be required to include additional features in the specification and also to take account of developments in insulating materials It was decided to issue the fifth edition in its present form incorporating those items on which agreement had been reached at Estoril and to postpone discussion on the other items until work is started on the sixth edition The work on the classification of insulating materials was referred to a special sub-committee, and it was decided to defer any modifications to the temperature-rises permitted in Publication No 34 until that sub-committee has reached conclusions

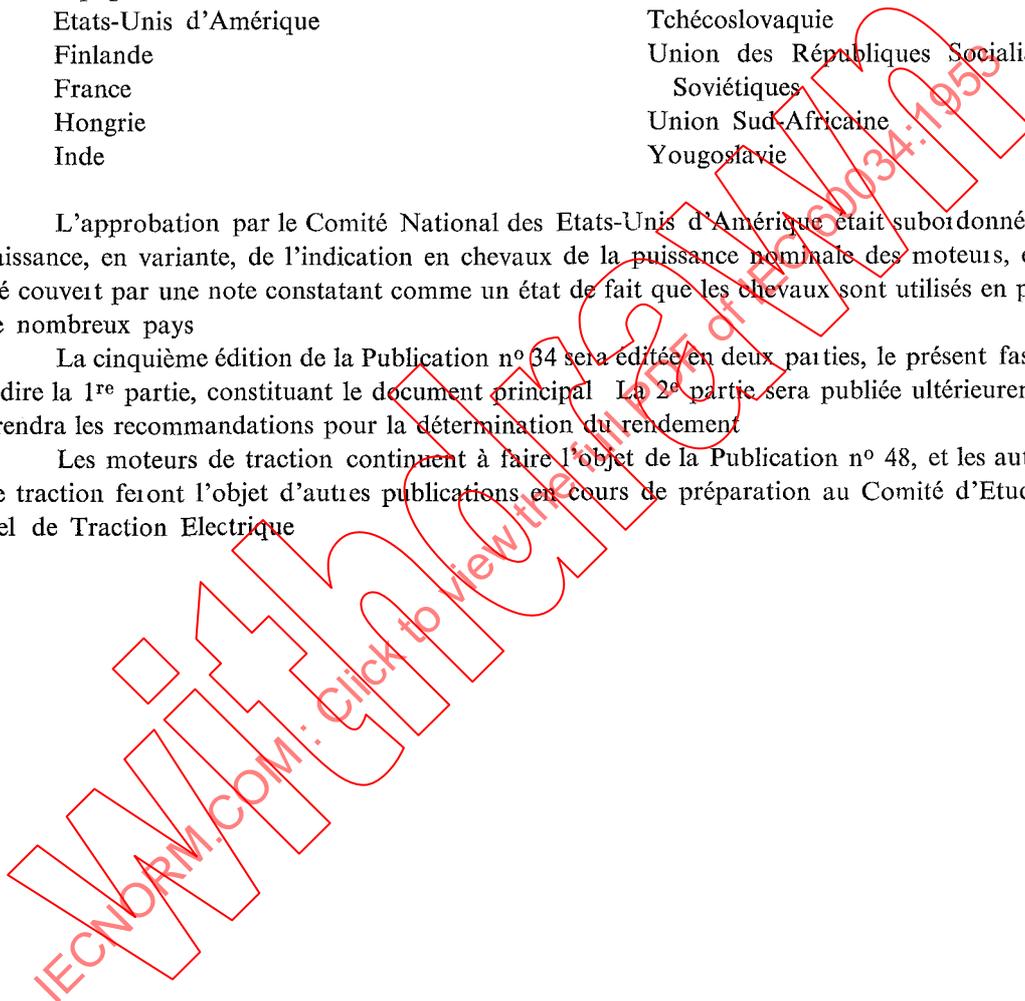
Les recommandations décidées à Estoril ont été étudiées par un Comité de rédaction en avril 1952, et un nouveau projet a été soumis aux Comités nationaux en vue de son approbation suivant la Règle des Six Mois. Ce projet a été adopté à l'unanimité, les pays intéressés étant les suivants

Allemagne (République Fédérale)	Israël
Argentine	Italie
Australie	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Canada	Portugal
Danemark	Royaume-Uni
Egypte	Suède
Espagne	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
France	Union Sud-Africaine
Hongrie	Yougoslavie
Inde	

L'approbation par le Comité National des Etats-Unis d'Amérique était subordonnée à la reconnaissance, en variante, de l'indication en chevaux de la puissance nominale des moteurs, et ce point a été couvert par une note constatant comme un état de fait que les chevaux sont utilisés en pratique dans de nombreux pays.

La cinquième édition de la Publication n° 34 sera éditée en deux parties, le présent fascicule, c'est-à-dire la 1^{re} partie, constituant le document principal. La 2^e partie sera publiée ultérieurement et comprendra les recommandations pour la détermination du rendement.

Les moteurs de traction continuent à faire l'objet de la Publication n° 48, et les autres machines de traction feront l'objet d'autres publications en cours de préparation au Comité d'Etudes du Matériel de Traction Electrique.



The recommendations made at Estoril were studied by an Editing Committee in April, 1952, and a new draft was circulated to the National Committees for approval under the Six Months' Rule. This draft was unanimously approved, the countries concerned being as follows —

Argentina	Italy
Australia	Netherlands
Austria	Norway
Belgium	Poland
Canada	Portugal
Czechoslovakia	Spain
Denmark	Sweden
Egypt	Switzerland
Finland	Union of South Africa
France	United Kingdom
Germany (Federal Republic)	United States of America
Hungary	Union of Soviet Socialist Republics
India	Yugoslavia
Israel	

Approval by the U S A National Committee was conditional upon the recognition of horsepower as an alternative rating for motors and this point has been covered by a factual statement that horsepower is used in practice in many countries

The fifth edition of Publication No 34 is being issued in two parts and the present volume, namely Part I, comprises the main document. Part II will be issued later and will comprise the recommendations on determination of efficiency

Traction motors continue to be covered by Publication No 48, and other traction machines will be covered by other publications under preparation by the Technical Committee on Electric Traction Equipment

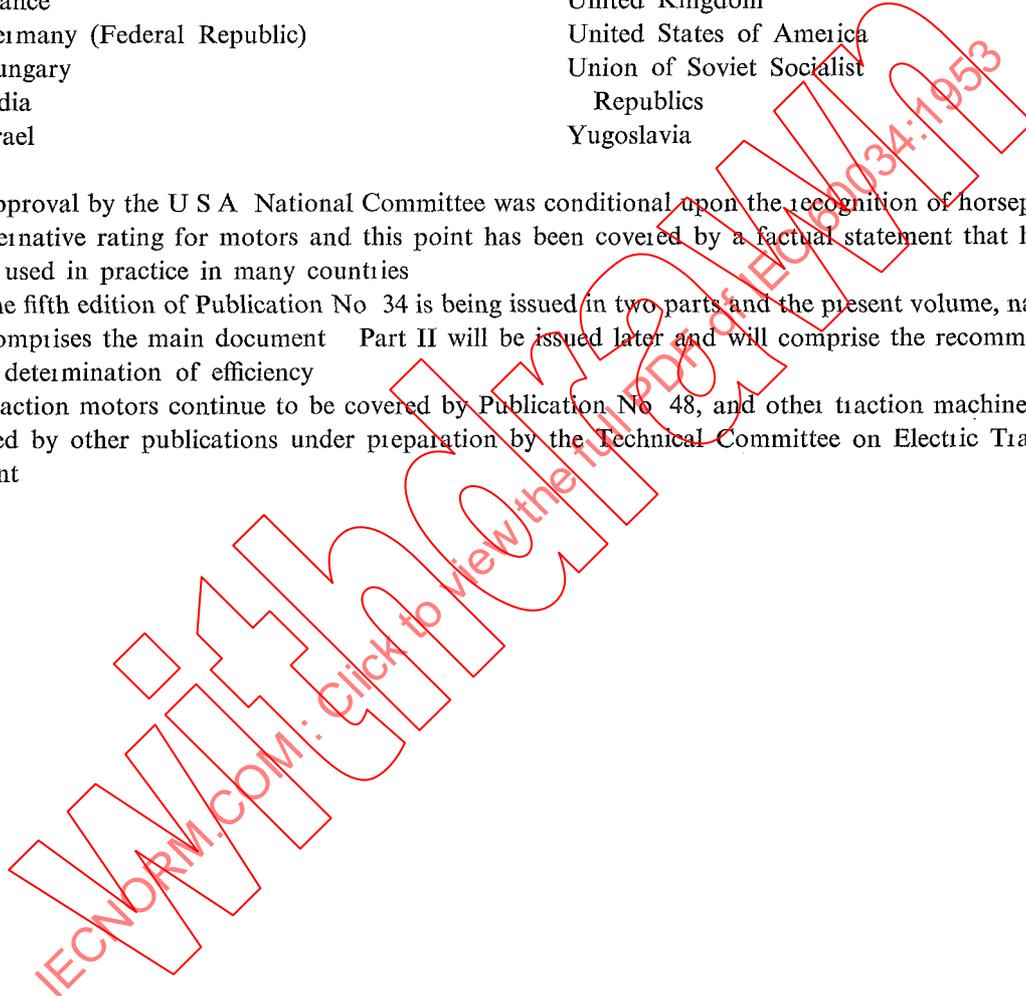


TABLE DES MATIÈRES

<i>Chapitres</i>	<i>Pages</i>
1 Domaine d'application	8
2 Définitions	8
3 Conditions de fonctionnement	10
4 Irrégularités de la forme d'onde	10
5 Classification des matières isolantes	10
6 Echauffements	12
7 Essais diélectriques	26
8 Surintensité et excès de couple	28
9 Essai de commutation	30
10 Détermination du rendement	30
11 Tolérances	30
12 Plaque signalétique	32

CONTENTS

<i>Section</i>	<i>Page</i>
1 Scope	9
2 Definitions	9
3 Service conditions	11
4 Irregularities of waveform	11
5 Classification of Insulating Materials	11
6 Temperature-rise	13
7 Dielectric tests	27
8 Excess current and excess torque	29
9 Commutation test	31
10 Determination of efficiency	31
11 Tolerances	31
12 Rating-plate	33

RECOMMANDATIONS DE LA C.E.I. POUR LES MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

(à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)

5^{ème} Edition — 1^{ère} Partie

CHAPITRE 1 — DOMAINE D'APPLICATION

101 **Domaine d'application** Les présentes recommandations sont applicables aux machines électriques tournantes sans limitation de puissance ou de tension, à l'exception des machines pour véhicules de traction qui font l'objet de la Publication 48 et d'autres publications en cours de préparation au Comité d'Etudes n° 9

CHAPITRE 2 — DÉFINITIONS

201 **Généralités** Sauf pour les définitions données dans le présent chapitre, toutes les autres définitions, telles que celles des divers types de machines, des différents genres de fermeture, des méthodes de refroidissement, etc, figurent dans le Vocabulaire Electrotechnique International, Groupe 10

202 **Régime nominal** Le régime nominal d'une machine électrique est un énoncé des conditions de service qui lui sont assignées par le constructeur. Il comprend la puissance, la vitesse, la tension, le courant, la fréquence, le facteur de puissance, etc, tels qu'ils sont indiqués sur la plaque signalétique

203 **Genres de régimes** Il y a deux sortes de régimes nominaux:

- a) le régime continu (voir l'article 204)
- b) le régime de courte durée ou temporaire (voir l'article 205)

Nota La question du régime intermittent est toujours à l'étude à la C.E.I. Cependant, les présentes recommandations fixent à l'article 802 l'excès de couple pour les moteurs à régime intermittent

Sauf spécification contraire et suivant les présentes recommandations, on entend par régime d'une machine son régime continu tel qu'il est défini dans l'article 204

204 **Régime continu** Le régime continu est celui qui peut être soutenu à l'essai, dans les conditions stipulées pour ce régime, pendant un temps illimité, sans que les limites d'échauffement fixées au chapitre 6 soient dépassées. Toutes les autres prescriptions applicables des présentes règles doivent aussi être observées

205 **Régime temporaire** Le régime temporaire est celui qui peut être soutenu à l'essai, durant le temps spécifié pour ce régime, l'essai étant commencé lorsque la machine est froide, et exécuté suivant les conditions de ce régime sans que les limites d'échauffement fixées au chapitre 6 soient dépassées. Toutes les autres prescriptions applicables des présentes règles doivent aussi être observées

IEC. RECOMMENDATIONS FOR ROTATING ELECTRICAL MACHINERY

(excluding Machines for Traction Vehicles)

5th Edition — Part I

SECTION 1 — SCOPE

101 **Scope** These recommendations apply to rotating machines without limitation of output or voltage, with the exception of machines for traction vehicles, which are covered by Publication 48 and by other publications under preparation by Technical Committee No. 9

SECTION 2 — DEFINITIONS

201 **General** Except for the definitions given in this Section, all other definitions such as the definitions of the different types of rotating machines, types of enclosure, methods of cooling, etc are given in the I E C Vocabulary, Group 10

202 **Rating** The rating of an electrical machine is a statement of the operating limitations assigned to it by the maker, and comprises output, speed, voltage, current, frequency, power factor, etc, as indicated on the rating-plate

203 **Classes of rating** There are two classes of rating —

- (a) The continuous rating (see Clause 204)
- (b) The short-time rating or limited-time rating (see Clause 205)

Note The question of intermittent rating is still under consideration in the I E C The excess torque for motors having an intermittent rating is given in Clause 802

Unless otherwise specified, the rating of a machine according to this specification is always taken to be its continuous rating, as defined in Clause 204

204 **Continuous rating** The continuous rating is the load which can be carried on test, under the conditions of that rating, for an unlimited period without the limits of temperature-rise given in Section 6 being exceeded All other appropriate requirements in this specification shall also be satisfied

205 **Short-time rating** The short-time rating is the load which can be carried on test for the time specified in the rating, the test being started with the machine cold and carried out under the conditions of that rating, without the limits of temperature-rise given in Section 6 being exceeded All other appropriate requirements in this specification shall also be satisfied

206 Puissance nominale Il est d'usage de désigner une machine par sa puissance nominale. Il est nécessaire de rappeler que l'expression « puissance nominale » doit s'entendre comme suit:

- a) Pour les génératrices de courant continu, la puissance électrique aux bornes, exprimée en watts (W), en kilowatts (kW), ou en mégawatts (MW)
- b) Pour les alternateurs, la puissance électrique apparente aux bornes, exprimée en volt-ampères (VA), en kilovolt-ampères (kVA), ou en mégavolt-ampères (MVA)
- c) Pour les moteurs, la puissance mécanique disponible sur l'arbre, exprimée en watts (W), en kilowatts (kW), ou en mégawatts (MW)

Nota Dans de nombreux pays, la pratique courante est d'exprimer en chevaux la puissance mécanique disponible sur l'arbre des moteurs

CHAPITRE 3 — CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

301 Les conditions de fonctionnement de la C E I s'appliquent aux machines fonctionnant dans les conditions suivantes

- a) *Altitude* — En l'absence d'indications au sujet de l'altitude à laquelle la machine est destinée à fonctionner en service ordinaire, cette altitude est supposée ne pas dépasser 1 000 mètres. Les machines destinées à fonctionner en service dans des emplacements où l'altitude est supérieure à 1 000 mètres font l'objet de l'article 617.
- b) *Température* — En l'absence d'indication contraire, la température de l'air ou du gaz de refroidissement est supposée ne pas dépasser 40° C. Les machines destinées à fonctionner en service dans des emplacements où la température maximum de l'air ou du gaz de refroidissement est supérieure à 40° C font l'objet de l'article 618.

Nota 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 peuvent satisfaire à ces conditions.

CHAPITRE 4 — IRRÉGULARITÉS DE LA FORME D'ONDE

401 Irrégularités de la forme d'onde Cette question sera traitée ultérieurement par la C E I

CHAPITRE 5 — CLASSIFICATION DES MATIÈRES ISOLANTES

Nota La révision de la classification des matières isolantes et l'introduction de nouvelles classes sont actuellement en cours de discussion à la C E I

501 Classification des matières Les matières isolantes sont classées de la façon suivante:

502 Classe O Coton, soie, papier et matières organiques similaires, ni imprégnés, ni immergés dans l'huile

503 Classe A Coton, soie, papier et matières organiques similaires, imprégnés ou immergés dans l'huile, ainsi que toute substance dénommée émail entrant dans la constitution du fil émaillé

Nota Coton, papier ou soie, imprégnés (y compris l'imprégnation massive) — Un isolant est considéré comme « imprégné » lorsqu'une matière convenable remplace l'air entre ses fibres, même si cette matière ne remplit pas complètement les intervalles entre les conducteurs isolés. Pour être convenable, la matière d'imprégnation doit avoir de bonnes propriétés isolantes, enrober les fibres, les rendre adhérentes entre elles et avec le conducteur; il ne doit pas s'y produire d'interstices par suite de l'évaporation du dissolvant ou par d'autres causes; elle ne doit pas couler pendant la marche à pleine charge dans les conditions de température limite spécifiées; elle ne doit pas s'altérer d'une façon inadmissible sous l'action prolongée de la chaleur

206 Rated output It is usual to speak of a machine by its rated output. It is necessary to note that the term “Rated output” should be used in the following way —

- (a) For direct current generators, the electric power at the terminals, expressed in watts (W), kilowatts (kW), or megawatts (MW)
- (b) For alternating current generators the apparent electric power at the terminals expressed in volt-amperes (VA), kilovolt-amperes (kVA), or megavolt-amperes (MVA)
- (c) For motors, the mechanical power available at the shaft, expressed in watts (W), kilowatts (kW), or megawatts (MW)

Note It is the practice in many countries for the mechanical power available at the shaft of motors to be expressed in horsepower

SECTION 3 — SERVICE CONDITIONS

301 Service conditions This specification of the I E C is intended for machines for use under the following conditions:—

- (a) *Altitude* — In the absence of any information in regard to the height above sea level at which the machine is intended to work in ordinary service, this height is assumed not to exceed 1 000 metres.
Machines intended to operate in service in situations where the altitude is in excess of 1 000 metres are covered by Clause 617
- (b) *Temperature* — In the absence of any information to the contrary, it is assumed that the temperature of the cooling air or gas will not exceed 40° C.
Machines intended to operate in service in situations where the maximum temperature of the cooling air or gas is in excess of 40° C are covered by Clause 618

Note Machines should not be operated in service at loads in excess of the rated load or under conditions that depart from the rated conditions, unless information as to their suitability for this purpose is available

SECTION 4 — IRREGULARITIES OF WAVEFORM

401 Irregularities of waveform The question of irregularities of waveform will be dealt with by the I E C at a later date

SECTION 5 — CLASSIFICATION OF INSULATING MATERIALS

Note : The classification of insulating materials and the application of new classes are under consideration in the I E C

501 Classification of Materials. Insulating materials are classified in the following way:—

502 Class O Cotton, silk, paper and similar organic materials when neither impregnated nor immersed in oil

503 Class A Cotton, silk, paper and similar organic materials when impregnated or immersed in oil, also the substance known as enamel applied to enamelled wire

Note : Impregnated Cotton, Paper or Silk (also Compound-treated Insulation) — An insulation is considered to be “impregnated” when a suitable substance replaces the air between its fibres, even if this substance does not completely fill the spaces between the insulated conductors. The impregnating substance, in order to be considered suitable, must have good insulating properties, must entirely cover the fibres and render them adherent to each other and to the conductor; must not produce interstices within itself as a consequence of evaporation of the solvent or through any other cause; must not flow at the temperature limit specified; must not unduly deteriorate under prolonged action of heat

504 **Classe B** Composés de mica, d'amiante ou de matières inorganiques analogues, contenant une matière agglomérante. Lorsque des matières de la classe A sont employées en petite quantité comme support, en combinaison avec des matières de la Classe B, les matières combinées peuvent être considérées comme étant de la classe B, à condition que l'isolant ne soit altéré ni au point de vue diélectrique, ni au point de vue mécanique, par l'application de la température permise pour les matières isolantes de la classe B (Le mot « altéré » est employé dans le sens: produire une modification qui pourrait disqualifier l'isolant pour un service continu)

505 **Classe C** Mica sans agglomérant, porcelaine, verre, quartz et autres matières similaires

506 **Isolants constitués par des matières différentes** Lorsque l'isolation comprend plusieurs matières isolantes différentes (à l'exception du cas mentionné pour la classe B), l'élévation de température de chaque matière isolante ne doit pas dépasser la limite prévue pour cette matière

- Exemples*
- a) Lorsque des matières isolantes différentes sont employées dans des parties différentes du même enroulement (par exemple dans l'encoche et dans les parties frontales), la limite de température applicable à l'une quelconque de ces parties est celle prescrite pour l'isolant de cette partie.
 - b) Lorsque l'isolation d'une partie quelconque de la machine consiste en couches superposées de matières isolantes de classes différentes (par exemple, couches superposées de matières isolantes des classes A et B), il y a lieu de distinguer deux cas:
 - i) S'il est possible de mesurer les températures atteintes par les diverses couches, chacune des matières a droit à la limite de température qui lui correspond.
 - ii) Si cette mesure des températures atteintes est impossible, la limite de température applicable à la partie considérée de l'enroulement est celle prescrite pour l'isolant ayant la limite la plus basse.

CHAPITRE 6 — ÉCHAUFFEMENTS

A CONDITIONS PENDANT L'ESSAI D'ÉCHAUFFEMENT

601 **Valeur de la température de l'air de refroidissement** L'essai de la machine peut s'effectuer à une température quelconque convenable de l'air ou du gaz de refroidissement, inférieure à 40° C, mais quelle que soit la valeur de cette température, les échauffements admissibles ne doivent pas dépasser pendant l'essai ceux donnés au chapitre 6 C

Des corrections tenant compte des variations de la température de l'air ou du gaz de refroidissement ne sont pas jugées nécessaires dans les limites rencontrées dans la pratique pour ces variations

Pour les machines destinées à fonctionner dans des emplacements où la température de l'air ou du gaz de refroidissement est basse en raison de la grande altitude, voir l'article 617

Pour toutes les machines refroidies par d'autres moyens, il convient de formuler des règles spéciales (voir le Nota à la fin de l'article 614)

602 **Mesure de la température de l'air ou du gaz de refroidissement au cours de l'essai** La température de l'air ou du gaz de refroidissement est relevée au moyen de plusieurs thermomètres répartis autour et à mi-hauteur de la machine à une distance d'un ou deux mètres, à l'abri de tout rayonnement de chaleur et des courants d'air

Dans le cas de refroidissement par ventilation forcée, ou pour les machines munies de réfrigérants d'air ou de gaz refroidis à l'eau, la température de l'air ou du gaz arrivant à la machine, mesurée à l'entrée de celle-ci, est considérée comme température de l'agent refroidissant

La valeur à adopter pour la température de l'air ou du gaz de refroidissement pendant un essai est la moyenne des lectures faites sur les thermomètres (disposés comme il est indiqué ci-dessus) à intervalles de temps égaux pendant le dernier quart de la durée de l'essai

Pour éviter les erreurs qui peuvent provenir de la lenteur avec laquelle la température des grosses machines suit les variations de la température de l'air ou du gaz de refroidissement, toutes dispositions convenables doivent être prises pour réduire ces variations et les erreurs qu'elles occasionnent

504 **Class B** Mica and asbestos and similar inorganic materials, in built-up form combined with binding cement If Class A material is used in small quantities for structural purposes only, in conjunction with Class B insulation, the combined materials may be considered as Class B, provided the electrical and mechanical properties of the insulated winding are not impaired by the application of the temperature permitted for Class B material (The word “impair” is here used in the sense of causing any change which could disqualify the insulating material for continuous service)

505 **Class C** Mica, without binding cement, porcelain, glass, quartz and other similar materials

506 **Insulation made up of Different Materials** When the insulation is made up of different materials (except in those cases defined under Class B) the temperature-rise attained by each material shall not exceed the limit permitted for that material

- Examples :*
- (a) When the different insulating materials are used on various parts of one winding (for instance, in the slot and for the end windings) the limit of temperature-rise applicable to any part of the winding is that set for the insulation used on the part
 - (b) When the insulation on any part consists of superposed layers of insulating materials falling in different classes (for instance, superposed layers of Class A and Class B material) the two following cases arise:—
 - (i) If it is possible to measure the temperature attained by the various layers, each of the materials is entitled to the temperature-rise which is assigned to it
 - (ii) If it is not possible to measure the temperatures attained by the various layers, the temperature-rise applicable to the part of the winding under consideration is to be taken as that for the insulating material with the lowest limit

SECTION 6 — TEMPERATURE-RISE

A CONDITIONS DURING TEST FOR TEMPERATURE-RISE

601 **Value of temperature of cooling medium** A machine may be tested at any convenient cooling-air or gas temperature less than 40° C, but whatever be the value of this cooling-temperature the permissible rises of temperature shall not exceed, during the test, those given in Section 6 C

Corrections for variations in the cooling-air or gas temperature are not considered necessary within the limits of cooling-air or gas temperature obtaining in general practice

For machines intended for service where the cooling-air or gas temperature is low, by reason of high altitude, see Clause 617

For all machines cooled by other means, special rules will be necessary (see the Note under Clause 614)

602 **Measurement of cooling-air or gas temperature during tests** The cooling-air temperature shall be measured by means of several thermometers placed at different points around and half-way up the machine at a distance of one to two metres, and protected from all heat radiation and draughts

In the case of cooling by means of forced ventilation, or where machines have water-cooled air or gas coolers, the temperature of the air or gas measured where it enters the machine shall be considered as the cooling-air or gas temperature

The value to be adopted for the temperature of the cooling air or gas during a test shall be the mean of the readings of the thermometers (placed as mentioned above) taken at equal intervals of time during the last quarter of the duration of the test

In order to avoid errors due to the time lag between the temperature of large machines and the variations in the cooling-air or gas, all reasonable precautions shall be taken to reduce these variations and the errors arising therefrom

603 Mesure de la température des enroulements (Pour la description des méthodes de mesure, voir chapitre 6 B) On emploie la méthode de mesure à l'aide d'indicateurs internes de température pour la partie contenue dans l'encoche des enroulements à courant alternatif du stator des turbo-machines ayant une puissance nominale de 5 000 kVA ou davantage, des machines à pôles saillants et des machines d'induction ayant une puissance de 5 000 kVA ou davantage, ou une longueur axiale du noyau du stator égale ou supérieure à un mètre (Voir aussi le renvoi de l'article 1 du Tableau 1)

La méthode par augmentation de résistance des enroulements est généralement applicable à tous les enroulements inducteurs et aux enroulements du stator des machines ne comportant pas d'indicateurs internes de température

La méthode par thermomètre est applicable dans les cas où ni la méthode de mesure par indicateurs internes de température ni la méthode par résistance ne sont applicables

L'emploi de la méthode par thermomètre est également admis dans les cas suivants

- a) Lorsque la méthode par résistance est imprécise, par exemple dans le cas des bobines de commutation et des enroulements compensateurs, et en général, dans le cas des enroulements à faible résistance, surtout lorsque la résistance des joints et des connexions constitue une grande partie de la résistance totale
- b) Pour les enroulements, mobiles ou non, à une seule couche
- c) Lorsqu'il s'agit d'essais sur des séries de machines semblables, la méthode du thermomètre est seule employée bien que la méthode par résistance soit possible

604 Correction pour mesures relevées après arrêt Si la température n'est relevée qu'après l'arrêt de la machine, on déduit la température la plus élevée atteinte pendant la marche par extrapolation de la courbe de température en fonction du temps

605 Durée de l'essai d'échauffement en régime continu Pour les machines à régime continu, l'essai d'échauffement doit durer assez longtemps pour qu'il soit évident que l'échauffement maximum ne dépasserait pas les limites spécifiées dans le tableau (voir l'article 614), si l'essai était prolongé jusqu'à ce que la température finale soit atteinte. On doit relever si possible les températures en marche et après l'arrêt

606 Durée de l'essai d'échauffement en régime temporaire Pour les machines à régime temporaire, la durée de l'essai d'échauffement est celle correspondant au régime temporaire indiqué sur la plaque signalétique

Au commencement de l'essai, la température de la machine doit être pratiquement celle de l'air ou du gaz de refroidissement

B MÉTHODES DE MESURE DES ÉCHAUFFEMENTS

607 Échauffement d'un organe de machine L'échauffement d'un organe de machine est la différence entre la température de cet organe, mesurée par la méthode appropriée conformément aux articles 609 à 613, et la température de l'air ou du gaz de refroidissement, mesurée conformément aux articles 601 et 602

608 Méthodes de mesure des températures Trois méthodes sont reconnues pour déterminer la température des enroulements et des autres parties:

- a) Méthode par thermomètre
- b) Méthode par résistance
- c) Méthode de mesure par indicateurs internes de température

603 Measuring temperature of windings (For description of methods of measurement see Section 6 B) The embedded temperature detector method is employed for the slot portion of A C stator windings of turbo-type machines having a rated output of 5 000 kVA or more, of salient-pole machines and induction machines, having either an output of 5 000 kVA or more, or a core length of one metre or more (See also Note to Item 1 of Table 1)

The method by increase of resistance of windings is generally applicable to all field-windings and to stator windings of machines not employing embedded temperature detectors

The thermometer method is applicable in the cases in which neither the embedded temperature detector method nor the resistance method is applicable

The employment of the thermometer method is also recognized in the following cases —

- (a) When it is not practicable to determine the temperature-rise by the resistance method, as, for example, with low-resistance commutating coils and compensating windings, and, in general, in the case of low-resistance windings, especially, when the resistance of joints and connections forms a considerable portion of the total resistance
- (b) Single-layer windings revolving or stationary
- (c) When for reasons of manufacture in quantity, the thermometer method is used alone, although the resistance method would be possible

604 Correction of measurements taken after the machine has come to rest If the temperature is measured only after the machine has come to rest, the highest temperature attained while running shall be deduced by extrapolation on the time-temperature curve

605 Duration of temperature test for continuous rating For machines with continuous rating the temperature test shall be continued until it is evident that the maximum temperature-rise attained would not exceed the limits given in the Table (see Clause 614) if the test were to be prolonged until the final steady temperature was attained. If possible, the temperature shall be measured both while running and after shut-down

606 Duration of temperature test for short-time rating For machines with short-time rating the duration of the temperature test shall be that corresponding to the short-time test rating as indicated upon the rating plate

At the commencement of the test the temperature of the machine must be practically that of the cooling air or gas.

B METHODS OF MEASUREMENT OF TEMPERATURE-RISE

607 Temperature-rise of a part of a machine The temperature-rise of a part of a machine is the difference in temperature between that part of the machine, measured by the appropriate method in accordance with Clauses 609 to 613, and the cooling air or gas measured in accordance with Clauses 601 and 602

608 Methods of measurement of temperatures Three methods of determining the temperature of windings and other parts are recognized —

- (a) Thermometer method
- (b) Resistance method
- (c) Embedded temperature detector method

609 Méthode par thermomètre Dans cette méthode, la température est mesurée au moyen de thermomètres appliqués sur les surfaces accessibles de la machine achevée. Le terme thermomètre comprend aussi les couples thermo-électriques non noyés et les thermomètres à résistance, sous réserve qu'ils soient utilisés en des points accessibles aux thermomètres ordinaires à réservoir.

Lorsque des thermomètres à réservoir sont employés en des points où existent des champs magnétiques variables ou mobiles, les thermomètres à alcool doivent être employés de préférence aux thermomètres à mercure, ces derniers étant peu sûrs dans ces conditions.

610 Méthode par résistance Dans cette méthode, les échauffements des enroulements sont déterminés d'après l'augmentation de la résistance de ces enroulements.

611 Détermination des échauffements des enroulements en cuivre par l'augmentation de la résistance

L'échauffement $t_2 - t_a$ se déduit du rapport des résistances par la formule:

$$\frac{t_2 + 235}{t_1 + 235} = \frac{R_2}{R_1}$$

dans laquelle

R_2 = résistance de l'enroulement à la fin de l'essai,

R_1 = résistance initiale de l'enroulement (froid),

t_2 = température (°C) de l'enroulement à la fin de l'essai,

t_1 = température (°C) de l'enroulement (froid) au moment de la mesure de la résistance initiale,

t_a = température (°C) de l'air ou du gaz ambiant à la fin de l'essai.

Dans la pratique, il est commode de calculer l'échauffement par la formule équivalente suivante

$$t_2 - t_a = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (235 + t_1) + t_1 - t_a$$

Lorsque la température d'un enroulement doit être déterminée par variation de résistance, la température de l'enroulement avant l'essai, mesurée au thermomètre, doit être pratiquement celle de l'air ou du gaz ambiant.

612 Méthode de mesure par indicateurs internes de température On entend par indicateurs internes de température, soit des thermomètres à résistance, soit des couples thermo-électriques introduits dans la machine pendant la construction en des points qui sont inaccessibles lorsque la construction de la machine est terminée.

613 Méthodes de mesure de température au moyen d'indicateurs internes de température

a) Généralités — Six indicateurs au moins sont placés dans la machine, convenablement répartis sur la circonférence et placés dans le sens axial du fer aux endroits présumés les plus chauds. Chaque indicateur de température doit être installé en contact intime avec la surface dont la température est à mesurer et de manière à être protégé effectivement contre l'influence de l'air de refroidissement.

Dans les cas où les indicateurs internes de température paraissent indésirables, ils peuvent être omis d'un commun accord, et on utilise la méthode par variation de résistance avec les mêmes limites d'échauffement.

b) Deux faisceaux par encoche — Lorsque l'enroulement comprend deux faisceaux par encoche, les indicateurs doivent être placés entre les tubes isolants à l'intérieur des encoches.

c) Plus de deux faisceaux par encoche — Lorsque l'enroulement comprend plus de deux faisceaux par encoche, chaque indicateur de température doit être placé entre les tubes isolants aux endroits présumés les plus chauds.

609 Thermometer method In this method the temperature is determined by thermometers applied to the accessible surfaces of the completed machine. The term thermometer also includes non-embedded thermo-couples and resistance thermometers provided they are applied to the points accessible to the usual bulb thermometers.

When bulb thermometers are employed in places where there is any varying or moving magnetic field, alcohol thermometers should be used in preference to mercury thermometers, as the latter are unreliable under these conditions.

610 Resistance method In this method the temperature-rise of the windings is determined by the increase in the resistance of the windings.

611 Determination of temperature-rise of copper windings from increase in the resistance

The temperature-rise $t_2 - t_a$ may be obtained from the ratio of the resistances by the formula:—

$$\frac{t_2 + 235}{t_1 + 235} = \frac{R_2}{R_1}$$

where

R_2 = resistance of the winding at the end of the test,

R_1 = initial resistance of the winding (cold),

t_2 = temperature (degrees Centigrade) of the winding at the end of the test,

t_1 = temperature (degrees Centigrade) of the winding (cold) at the moment of the initial resistance measurement,

t_a = temperature (degrees Centigrade) of cooling air or gas at the end of the test.

For practical purposes, the following alternative formula may be found convenient:—

$$t_2 - t_a = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (235 + t_1) + t_1 - t_a$$

When the temperature of a winding is to be determined by resistance, the temperature of the winding before the test, measured by thermometer, must be practically that of the cooling air or gas.

612 Embedded temperature detector (ETD) method Embedded temperature detectors are resistance thermometers or thermo-couples built into the machine during construction at points which are inaccessible when the machine is completed.

613 Methods of temperature measurement by embedded temperature detectors

(a) *General* — At least six detectors shall be built into the machine, suitably distributed around the circumference and placed in positions along the length of the core at which the highest temperatures are likely to occur. Each detector shall be installed in intimate contact with the surface whose temperature is being measured and in such a manner that the detector is effectually protected from contact with cooling air.

In cases where embedded temperature detectors may be undesirable they may be omitted by agreement and the resistance method used with the same limit of temperature-rise.

(b) *Two coil-sides per slot* — When the winding has two coil-sides per slot, each detector shall be located between the insulated coil-sides within the slot.

(c) *More than two coil-sides per slot* — When the winding has more than two coil-sides per slot, each detector shall be located in a position between insulated coil-sides at which the highest temperature is likely to occur.

- d) *Un faisceau par encoche* — La méthode par détecteurs internes de température n'est pas admise pour les enroulements statoriques ayant un seul faisceau par encoche. On utilise dans ce cas la méthode par variation de résistance avec les mêmes limites d'échauffement.

Nota Un détecteur interne de température disposé au fond de l'encoche est de peu de valeur pour déterminer la température atteinte en service par un tel enroulement, car il indique pour la plus grande partie la température du fer. Un détecteur placé entre la bobine et la cale d'encoche suit beaucoup plus fidèlement la température de l'enroulement et est, par suite, préférable pour des buts de contrôle, bien que la température en cet endroit puisse être relativement basse. La relation entre la température mesurée en cet endroit et la température mesurée par résistance peut être déterminée par un essai d'échauffement, et un accord peut intervenir au sujet de la limite à admettre pour la température mesurée par le détecteur interne correspondant à la température limite admise par variation de résistance.

C LIMITES D'ÉCHAUFFEMENT

614 **Tableau des échauffements** Le Tableau I ci-après donne les limites des échauffements admissibles au-dessus de la température de l'air ou du gaz de refroidissement, pour des machines destinées à fonctionner avec de l'air ou un gaz de refroidissement dont la température ne dépasse pas 40° C, et isolées avec des matières isolantes des Classes A et B définies au chapitre 5.

Les limites des échauffements admissibles pour les matières isolantes de la Classe Q sont inférieures de 15° C à celles de la Classe A.

Aucune limite d'échauffement n'est fixée jusqu'à présent pour les matières isolantes de la Classe C.

Dans le cas des machines comportant des réfrigérants à air ou à gaz refroidis par de l'eau, les échauffements sont mesurés par rapport à la température de l'air ou du gaz entrant dans la machine. Pour les machines de cette nature, autres que les turbo-alternateurs, soumises à des conditions de refroidissement anormales, par exemple lorsque la température de l'eau de refroidissement est notablement inférieure à 30° C, les limites d'échauffement admissibles peuvent faire l'objet d'un accord particulier entre le fabricant et l'acheteur.

Nota Ces recommandations ne s'appliquent pas aux échauffements des machines refroidies par circulation directe de l'eau à travers la machine.

615 **Enroulements de machines de tension nominale supérieure à 11 000 V** Pour les enroulements à courant alternatif, isolés complètement, de tension nominale supérieure à 11 000 volts, les limites d'échauffement pour les mesures par thermomètre doivent être réduites de 1,5° C par 1 000 volts ou fraction de 1 000 volts au-dessus de 11 000 volts.

Nota : Les enroulements isolés de tension nominale supérieure à 16 500 volts doivent faire l'objet d'un accord spécial.

616 **Collecteurs et bagues** Les échauffements des collecteurs et des bagues peuvent dépasser les valeurs données au n° 9 du Tableau I pourvu que les trois conditions suivantes soient observées :

- a) Les échauffements des isolants du collecteur et des enroulements contigus ne doivent pas dépasser les limites admises dans le Tableau I pour les isolants de ces parties.
- b) Le fabricant doit donner une garantie spéciale que la haute température atteinte ne nuira pas à la commutation.
- c) Les températures ne doivent pas compromettre la qualité des joints soudés et des connexions.

617 **Machines destinées à fonctionner à une altitude supérieure à 1 000 mètres** Pour les machines destinées à fonctionner avec des échauffements normaux à des altitudes comprises entre 1 000 et 4 000 mètres, les limites d'échauffement spécifiées dans les présentes recommandations doivent être réduites de 1 % des valeurs indiquées par tranche de 100 mètres au-dessus de 1 000 mètres, lorsque l'essai d'échauffement est fait à basse altitude.

Nota : Cette correction ne s'applique pas à celles des machines refroidies par ventilation forcée à circulation d'air ou de gaz, dans lesquelles la pression absolue dans le circuit de ventilation est maintenue à une valeur constante quelle que soit l'altitude à laquelle la machine est installée.

- (d) *One coil-side per slot* — The embedded temperature detector method is not recognized for stator windings having only one coil-side per slot for which the resistance method shall be used with the same limits of temperature rise

Note For checking the temperature of such a winding in service an embedded detector at the bottom of the slot is of little value because it gives mainly the temperature of the iron core. A detector placed between the coil and the wedge will follow much more closely the temperature of the winding and is therefore better for check tests, although the temperature there may be rather low. The relation between the temperature measured at that place to the temperature measured by resistance should be determined by a heat test and a suitable limit for the temperature measured by embedded detector corresponding to the allowed temperature by resistance should be agreed upon

C LIMITS OF TEMPERATURE-RISE

614 **Table of temperature-rises** The following Table 1 gives the limits of permissible temperature-rise above the cooling air or gas temperature, for machines intended to operate with cooling-air or gas not exceeding 40° C, and insulated with Class A and Class B materials as defined in Section 5. For Class O material the limits of permissible temperature-rise are 15° C lower than for Class A. For Class C material no limits of temperature-rise have yet been assigned.

In the case of machines having water-cooled air or gas coolers the temperature-rise shall be measured above the temperature of the air or gas entering the machine. For machines other than turbine-type generators, where there are abnormal ambient temperature conditions, for example a temperature of cooling water substantially lower than 30° C, the maximum permissible temperature-rise may need to be the subject of special agreement between the manufacturer and the purchaser.

Note These recommendations do not apply to the temperature-rise of machines cooled by direct circulation of water through the machine.

615 **Machine windings for more than 11 000 volts** For A C windings fully insulated for a rated voltage of over 11 000 volts, the limits of temperature-rise determined by thermometer shall be reduced at the rate of 1.5° C for each 1 000 volts or part thereof by which the voltage for which the windings in question are insulated exceeds 11 000 volts.

Note : Windings insulated for a rated voltage over 16 500 volts shall be subject to special agreement.

616 **Commutators and slip-rings** The temperature-rise of commutators and slip-rings may exceed the value given in Item 9 of Table 1, provided that the three following conditions are fulfilled —

- (a) The temperature-rises of the insulating materials in the commutator and on the adjoining windings shall not exceed those allowed in Table 1 for the insulating materials of those parts.
- (b) The manufacturer shall give a special guarantee that the high temperature attained shall not impair the commutation.
- (c) The temperature shall not be so high as to affect the quality of the soldered joints and the connections.

617 **Machines intended to operate at an altitude in excess of 1 000 metres** For machines designed not to exceed the standard temperature-rise at altitudes from 1 000 metres (3 300 feet) to 4 000 metres (13 000 feet) the temperature-rises as checked by test at low altitudes shall be less than specified in these recommendations by one per cent of the specified temperature-rise for each 100 metres (330 feet) of altitude in excess of 1 000 metres (3 300 feet).

Note In the case of forced ventilated machines this correction does not apply to those air-cooled and gas-cooled machines in which the absolute pressure of the cooling system is maintained at a constant value regardless of the altitude at which the machine is installed.

Il est reconnu de bonne pratique d'utiliser des machines à échauffements normaux à des altitudes supérieures à 1 000 mètres, en des emplacements où la diminution de température de l'air de refroidissement est suffisante pour compenser l'augmentation d'échauffement, pourvu que cette augmentation d'échauffement ne compromette par le fonctionnement de la machine. Pour des applications au-dessus de 1 000 mètres, il est recommandé de consulter le constructeur de la machine.

618 Machines destinées à fonctionner avec de l'air ou un gaz de refroidissement dont la température est supérieure à 40° C Pour les machines destinées à fonctionner en des emplacements où la température maximum de l'air ou du gaz de refroidissement dépasse la valeur normale de 40° C des Recommandations de la C E I, les limites d'échauffement indiquées au Tableau 1 doivent être réduites

- de 5° C si la température de l'air ou du gaz de refroidissement dépasse la valeur normale de 5° C, ou moins;
- de 10° C si la température de l'air ou du gaz de refroidissement dépasse la valeur normale de plus de 5° C, mais de 10° C au plus;
- d'une quantité à fixer d'un commun accord, si la température de l'air ou du gaz de refroidissement dépasse la valeur normale de plus de 10° C

Ces réductions s'appliquent aussi bien à la Classe A qu'à la Classe B et s'entendent pour des essais effectués dans les ateliers du constructeur

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60034-7:2013

Withdrawn

It is recognized as good practice to use machines of standard temperature-rise at altitudes greater than 1 000 metres (3 300 feet) in those locations where a sufficient decrease in cooling air temperature is obtained to compensate for the resultant increase in temperature-rise provided that the increased temperature-rise will not adversely affect the operation of the machine. For applications above 1 000 metres (3 300 feet), the machine manufacturer should be consulted.

618 Machines intended to operate with cooling air or gas in excess of 40° C In the case of machines intended to operate in situations where the maximum cooling air or gas temperature is in excess of the I E C Standard cooling air or gas Reference Temperature, 40° C, the temperature-rises as given in Table 1 shall be reduced as follows —

- by 5° C if the temperature of the cooling air or gas exceeds the normal reference temperature by 5° C or less,
- by 10° C if the temperature of the cooling air or gas exceeds the normal reference temperature by more than 5° C but not more than 10° C ;
- by agreement if the temperature of the cooling air or gas is more than 10° C above the normal reference temperature

These reductions apply for both Class A and Class B materials, the tests being carried out at the makers' works

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60034:1-53

Withdram

TABLEAU 1. — LIMITES DES ÉCHAUFFEMENTS DES GÉNÉRATRICES, DES MOTEURS ET DES COMMUTATRICES

(à l'exclusion des moteurs de traction)

Art. N°	Enroulement	Isolants Classe A			Isolants Classe B		
		Méthode par thermomètre ** (1)	Méthode par résistance ** (2)	Mesure par indicateurs internes de température (voir art. 613) Entre bobines dans une encoche (3)	Méthode par thermomètre ** (4)	Méthode par résistance ** (5)	Mesure par indicateurs internes de température (voir art. 613) Entre bobines dans une encoche (6)
1.	<p>a) Enroulements à courant alternatif de turbo-alternateurs d'une puissance de 5 000 kVA ou plus.</p> <p>b) Enroulements à courant alternatif de machines à pôles saillants et de machines d'induction d'une puissance de 5 000 kVA ou plus, ou ayant une longueur axiale du noyau d'un mètre ou plus.</p> <p><i>Nota</i> Il est admis que les pays désireux d'employer la méthode par indicateurs internes de température pour des machines plus petites peuvent le faire. Dans ce cas, on appliquera les limites d'échauffement données à l'article 1.</p>	—	60° C.	60° C.	—	80° C.	80° C.
2.	<p>a) Enroulements à courant alternatif de machines plus petites que celles de l'article 1.</p> <p>b) Enroulements d'excitation à courant continu des machines à courant alternatif et à courant continu, autres que ceux des articles 3 et 4.</p> <p>c) Enroulements d'induit reliés à des collecteurs.</p>	50° C.*	60° C.	—	65° C.*	80° C.	—
3.	Enroulements d'excitation à courant continu des turbo-machines.	—	—	—	—	90° C.	—

* Une correction pour les enroulements à courant alternatif à haute tension est applicable à ces articles. (Voir l'article 615.)

** Voir page 24.

TABLE 1. — LIMITS OF TEMPERATURE-RISE OF GENERATORS, MOTORS AND SYNCHRONOUS CONVERTERS

(Excluding Machines for Traction Vehicles)

Item No.	Winding	Class A Materials			Class B Materials		
		By Thermometer Method ** (1)	By Resistance Method ** (2)	By Embedded Temperature Detectors (See Clause 613) Between coils in one slot (3)	By Thermometer Method ** (4)	By Resistance Method ** (5)	By Embedded Temperature Detectors (See Clause 613) Between coils in one slot (6)
1.	<p>(a) A.C. windings of turbo-alternators having output of 5 000 kVA or more.</p> <p>(b) A.C. windings of salient-pole and of induction machines having output of 5 000 kVA or more, or having a core-length of one metre or more.</p> <p><i>Note</i> It is recognised that countries desirous of using the E.T.D. method on smaller machines may do so. In all such cases, the limits of temperature-rise given in this item shall apply.</p>	—	One coil side per slot only (See Clause 613 d) 60° C.	60° C.	—	One coil side per slot only (See Clause 613 d) 80° C.	80° C.
2.	<p>(a) A.C. windings of machines smaller than in item 1.</p> <p>(b) Field-windings of A.C. and D.C. machines having D.C. excitation, other than those in items 3 and 4.</p> <p>(c) Windings of armatures having commutators.</p>	50° C.*	60° C.	—	65° C.*	80° C.	—
3.	Field-windings of turbo-type machines having D.C. excitation.	—	—	—	—	90° C.	—

* A correction for high-voltage A.C. windings is applicable to these items. (See Clause 615.)

** See page 25.

TABLEAU 1 (Suite)

Art. No	Enroulement	Isolants Classe A			Isolants Classe B		
		Méthode par thermometre ** (1)	Méthode par resistance ** (2)	Mesure par indicateurs internes de temperature (voir art. 613) Entre bobines dans une encoche (3)	Méthode par thermometre ** (4)	Méthode par resistance ** (5)	Mesure par indicateurs internes de temperature (voir art. 613) Entre bobines dans une encoche (6)
4.	Enroulements d'excitation de faible resistance ayant une ou plusieurs couches et enroulements de compensation.	60° C.	60° C.	—	80° C.	80° C.	—
5.	Enroulements isolés continuellement fermés sur eux-mêmes.	60° C.	—	—	80° C.	—	—
6.	Enroulements non isolés continuellement fermés sur eux-mêmes.	Les échauffements de ces parties ne doivent en aucun cas attendre une valeur telle qu'il y ait risque de détérioration pour les matières avoisinantes isolantes ou non.					
7.	Noyau de fer et autres parties non en contact avec les enroulements.						
8.	Noyau de fer et autres parties en contact avec les enroulements.	60° C. si les isolants des enroulements appartiennent à la Classe A. 80° C. si les isolants des enroulements appartiennent à la Classe B. La correction spécifiée dans l'article 615 ne s'applique pas ici.					
9.	Collecteurs et bagues, protégés ou non.	50° C. (Voir art. 616).					

** Il n'est pas prévu que des mesures par thermometre soient effectuées en même temps que des mesures par variation de resistance, et les valeurs des échauffements données dans le Tableau 1 pour les mesures par thermometre et pour les mesures par variation de resistance ne doivent pas être employées pour se contrôler mutuellement. Cependant, si l'acheteur désire qu'une lecture par thermometre soit faite en outre des mesures par variation de resistance, l'échauffement mesuré par un thermometre placé à l'endroit accessible le plus chaud ne doit en aucun cas dépasser 65° C. si les isolants des enroulements appartiennent à la classe A et 85° C. si les isolants des enroulements appartiennent à la classe B.

TABLE 1 (Continued)

Item No.	Winding	Class A Materials			Class B Materials		
		By Thermometer Method	By Resistance Method	By Embedded Temperature Detectors (See Clause 613)	By Thermometer Method	By Resistance Method	By Embedded Temperature Detectors (See Clause 613)
		**	**	Between coils in one slot	**	**	Between coils in one slot
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4.	Low-resistance field-windings of one or more layers and compensating windings.	60° C.	60° C.	—	80° C.	80° C.	—
5.	Permanently short-circuited insulated windings.	60° C.	—	—	80° C.	—	—
6.	Permanently short-circuited windings, uninsulated	The temperature-rise of these parts shall in no case reach such a value that there is a risk of injury to any insulating or other material on adjacent parts.					
7.	Iron core and other parts not in contact with windings.						
8.	Iron core and other parts in contact with windings.	60° C. if the windings are insulated with Class A material. 80° C. if the windings are insulated with Class B material. The correction specified in Clause 615 does not here apply.					
9.	Commutators and slip-rings, open or enclosed.	50° C. (See Clause 616).					

** It is not intended that measurements by both the thermometer method and the resistance method shall be required, and the figures of temperature-rise given in Table 1 for the thermometer method and the resistance method are not to be used as a check against one another. If the purchaser wishes to have a thermometer reading taken in addition to the values determined by the resistance method, the temperature-rise determined by thermometer, when placed at the hottest accessible spot, shall be the subject of special agreement, but it shall in no case exceed 65° C. if the windings are insulated with Class A material, or 85° C. if the windings are insulated with Class B material.

CHAPITRE 7 — ESSAIS DIÉLECTRIQUES

701 Essais diélectriques Les essais diélectriques sont exécutés, sauf stipulation contraire, dans l'atelier du constructeur, aussitôt après l'essai d'échauffement. La machine doit être neuve, complète, avec tous ses organes en place dans des conditions équivalentes aux conditions normales de fonctionnement. La tension d'essai est appliquée entre l'enroulement à éprouver d'une part, et le bâti, auquel sont reliés le circuit magnétique et les enroulements non soumis à l'épreuve, d'autre part.

La tension d'essai est alternative et de forme pratiquement sinusoïdale.

L'épreuve est commencée avec une tension ne dépassant pas la moitié de la pleine tension d'essai. La tension est ensuite élevée jusqu'à la pleine tension d'essai d'une manière progressive ou par degrés ne dépassant pas 5% de la pleine valeur, le temps permis pour l'augmentation de la tension de la moitié à la pleine valeur n'étant pas inférieur à 10 secondes. La pleine tension d'essai est alors maintenue pendant une minute aux valeurs indiquées dans le Tableau 2 suivant :

TABLEAU 2

N°	Machine ou organe	Tension (efficace) d'essai
1	Machines rotatives de puissance inférieure à 1 kW ou 1 kVA	500 V + 2 fois la tension nominale
2	Machines tournantes de puissance au moins égale à 1 kW ou 1 kVA et inférieure à 10 000 kW ou kVA (voir note 2)	1 000 V + 2 fois la tension nominale avec un minimum de 1 500 V (voir note 1)
3	Machines tournantes de puissance égale ou supérieure à 10 000 kW ou kVA (voir note 2): <i>Tension nominale</i> <i>U</i> jusqu'à 2 000 V inclus <i>U</i> entre 2 000 V et 6 000 V inclus <i>U</i> entre 6 000 V et 16 500 V inclus <i>U</i> au-dessus de 16 500 V	1 000 V + 2 <i>U</i> 2,5 <i>U</i> 3 000 V + 2 <i>U</i> Doit faire l'objet d'un accord particulier
4	Enroulements à excitation séparée de machines à courant continu	1 000 V + 2 fois la tension nominale maximum d'excitation avec un minimum de 1 500 V
5	Enroulements d'excitation des génératrices synchrones	10 fois la tension nominale d'excitation avec un minimum de 1 500 V et un maximum de 3 500 V
6	Enroulements d'excitation des moteurs synchrones, des compensateurs synchrones et des commutateurs synchrones <i>a)</i> Quand la machine est destinée à démarrer avec les enroulements d'excitation en court-circuit ou fermés à travers l'induit d'une excitatrice, ou à démarrer avec les enroulements à courant alternatif au repos <i>b)</i> Quand la machine est destinée à démarrer soit avec une résistance en série avec l'enroulement d'excitation, soit avec l'enroulement d'excitation en circuit ouvert avec ou sans diviseur de champ	1 000 V + 2 fois la tension nominale maximum d'excitation avec un minimum de 1 500 V 1 000 V + 2 fois la valeur maximum de la tension efficace qui peut se produire, dans les conditions de démarrage spécifiées, entre les bornes de l'enroulement d'excitation ou, dans le cas d'un enroulement d'excitation sectionné, entre les bornes de toute section avec un minimum de 1 500 V (voir note 3)