

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

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

**RECOMMANDATION DE LA C E I**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**I E C RECOMMENDATION**

**Publication 34-1**

Sixième édition — Sixth edition

1960

---

**Recommandations pour les machines électriques tournantes**  
(à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)

---

**Recommendations for rotating electrical machinery**  
(excluding machines for traction vehicles)

---



Droits de reproduction réservés — Copyright all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé  
Genève, Suisse

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-1:1960

# Withdrawn

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

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

**RECOMMANDATION DE LA C E I**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**I E C RECOMMENDATION**

**Publication 34-1**

Sixième édition — Sixth edition

1960

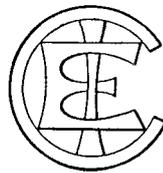
---

**Recommandations pour les machines électriques tournantes**  
(à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)

---

**Recommendations for rotating electrical machinery**  
(excluding machines for traction vehicles)

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

## SOMMAIRE

Chapitres	Pages
1 Domaine d'application	8
2 Définitions	8
3 Régime nominal	10
4 Conditions de fonctionnement	12
5 Echauffement	12
6 Essais diélectriques	22
7 Surintensité et excès de couple	26
8 Essai de commutation	28
9 Tolérances	28
10 Plaques signalétiques	30

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60034-1:1960

Without a watermark

## CONTENTS

Section	Page
1 Scope	9
2 Definitions	9
3 Rating	11
4 Service conditions	13
5 Temperature rise	13
6 Dielectric tests	23
7 Excess current and excess torque	27
8 Commutation test	29
9 Tolerances	29
10 Rating plates	31

Withdrawing  
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60034-7:1960

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RECOMMANDATIONS POUR LES MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

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

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 édition de la Publication 34 de la C E I est la révision de la 5<sup>e</sup> édition, publiée en 1953, qu'elle remplace

Cette édition diffère principalement de la précédente en ce qui concerne les chapitres relatifs aux définitions, au régime nominal, aux échauffements et aux plaques signalétiques

Les chapitres traitant du domaine d'application, des conditions de fonctionnement, des essais diélectriques, des surintensités et excès de couple n'ont pas été modifiés du point de vue technique et restent tels qu'ils ont été adoptés par les Comités nationaux suivant la règle des Six Mois, lorsque les pays suivants ont voté en leur faveur:

Allemagne	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	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RECOMMENDATIONS FOR ROTATING ELECTRICAL MACHINERY

(excluding Machines for Traction Vehicles)

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

This edition of Part I of Publication 34 revises and supersedes the fifth edition published in 1953

This edition differs principally from the previous edition in regard to the sections dealing with definitions, rating, temperature rise and rating plates

The sections dealing with scope, service conditions, dielectric tests, excess current and excess torque, the commutation tests and the tolerances, have not been technically changed and remain as they were approved by the National Committees under the Six Months' Rule, when the following countries voted in favour of them

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

Les chapitres relatifs aux définitions et au service nominal ont été adoptés par les Comités nationaux suivant la règle des Six Mois en 1957, lorsque les pays suivants ont voté explicitement en leur faveur :

Allemagne	Italie
Autriche	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Danemark	Royaume-Uni
Finlande	Suède
	Suisse

Le chapitre relatif aux plaques signalétiques a été adopté par les Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en 1958, les pays indiqués ci-dessous votant clairement en leur faveur :

Allemagne	Italie
Autriche	Japon
Belgique	Pays-Bas
Bésil	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
	Union Sud-Africaine

Le Comité national finlandais a voté contre l'approbation de ce chapitre, estimant qu'il convient de préciser comment les marques qui y sont prévues doivent être appliquées pour les rendre internationalement compréhensibles et uniformes

La modification la plus importante, à savoir le développement des recommandations relatives aux échauffements, de façon à inclure les nouvelles classes d'isolants couvertes par la Publication 85, a été également adoptée par les Comités nationaux, suivant la Règle des Six Mois en 1958, les pays suivants ont explicitement voté en faveur du projet relatif à ce chapitre :

Allemagne	Japon
Autriche	Norvège
Belgique	Pologne
Danemark	Royaume-Uni
Finlande	Suède
France	Suisse
Italie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Le Comité national brésilien n'a pas pu accepter ce chapitre, principalement parce qu'il désire voir réduite l'échauffement des grosses machines à haute tension isolées avec des matières isolantes de la Classe B. Le Comité national des Pays-Bas n'a pas pu accepter les limites d'échauffement des collecteurs et bagues indiquées au tableau I

La Publication 34 comprend maintenant trois parties séparées et il conviendra probablement de maintenir cette séparation de façon à faciliter les révisions. La 2<sup>e</sup> partie traite de la détermination des pertes dans les machines tournantes. La 3<sup>e</sup> partie traite des normes préférentielles pour les turbo-alternateurs

Les machines tournantes pour véhicules de traction ne sont pas couvertes par les parties ci-dessus mentionnées de la Publication 34, mais font l'objet des Publications 48, 101 et 102

Les articles sur les irrégularités admissibles dans la forme d'onde des génératrices à courant alternatif sont toujours à l'étude et on espère les ajouter à la prochaine édition de la Publication 34, 1<sup>re</sup> partie

The sections on definitions and rating were approved by the National Committees under the Six Months' Rule in 1957, when the following countries voted explicitly in favour of publication

Austria	Italy
Belgium	Netherlands
Canada	Norway
Denmark	Poland
Finland	Sweden
Germany	Switzerland
	United Kingdom

The section on rating plates was approved by the National Committees under the Six Months' Rule in 1958, the countries indicated below voting explicitly in favour of publication

Austria	Japan
Belgium	Netherlands
Brazil	Sweden
Canada	Switzerland
Denmark	United Kingdom
France	Union of South Africa
Germany	Union of Soviet Socialist
Italy	Republics

The Finnish National Committee voted against approval of this section because it was felt that it should be made clear how the markings of the section should be applied to make them internationally understandable and uniform

The most important change, namely the extension of the recommendations for temperature rise, to include the new classes of insulating materials embraced by IEC Publication 85, was also approved by the National Committees under the Six Months' Rule in 1958 and for this section the following countries voted explicitly in favour of publication

Austria	Japan
Belgium	Norway
Denmark	Poland
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	United Kingdom
Italy	Union of Soviet Socialist Republics

The Brazilian National Committee could not accept this section, mainly because it wished the temperature rise for large high-voltage machines with Class B insulation to be reduced. The Netherlands National Committee could not accept the limits of temperature rise for commutators and sliprings as given in Table I

Publication 34 now comprises three separate parts and it will probably be convenient to leave these parts uncombined to facilitate revision. Part 2 deals with the determination of losses of rotating machinery. Part 3 deals with preferred standards for turbine type generators.

Rotating machines for traction vehicles are not covered by the above parts of Publication 34, but are dealt with in Publications 48, 101 and 102

Clauses on the permissible irregularity of waveform in a.c. generators are still under consideration and it is hoped to include these clauses in the next edition of Publication 34, Part 1

## RECOMMANDATIONS POUR LES MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

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

1<sup>ère</sup> PARTIE

6<sup>e</sup> Edition

### 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 des Publications 48, 101 et 102 de la C E I

### 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 fermetures, des méthodes de refroidissement, etc., figurent dans le Vocabulaire Electrotechnique International, Groupe 10 (Publication 50 (10) de la C E I)

- 1 *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.
- 2 *Régime continu* Régime correspondant à la charge qui peut être soutenue pendant un temps illimité quand toutes les prescriptions applicables des présentes recommandations sont observées.
- 3 *Régime temporaire* Régime correspondant à la charge qui peut être soutenue pendant un temps spécifié quand toutes les prescriptions applicables des présentes recommandations sont observées.
- 4 *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 à 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)

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

## RECOMMENDATIONS FOR ROTATING ELECTRICAL MACHINERY

(excluding Machines for Traction Vehicles)

### PART I

6th Edition

---

#### 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 I E C Publications 48, 101 and 102

#### 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 International Electrotechnical Vocabulary, Group 10 (I E C Publication 50 (10))

- 1 **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
- 2 **Continuous rating** The rating corresponding to the load which can be sustained continuously when all the appropriate requirements of these recommendations are satisfied
- 3 **Short-time rating** The rating corresponding to the load which can be sustained for a specified time when all the appropriate requirements of these recommendations are satisfied
- 4 **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

- 5 *Service* Stipulation des régimes auxquels la machine est soumise, de leurs durées respectives et de leur ordre de succession dans le temps
- 6 *Service périodique* Fonctionnement suivant une série de cycles identiques comprenant chacun un temps de fonctionnement à la charge nominale, suivi d'un temps de repos pendant lequel la machine est complètement arrêtée et toute alimentation électrique ou mécanique est supprimée. Ces temps sont insuffisants pour atteindre l'équilibre thermique aussi bien pendant les temps de fonctionnement que pendant les temps de repos
- 7 *Service ininterrompu à charge intermittente* Fonctionnement suivant une série de cycles identiques comprenant chacun un temps de fonctionnement à la charge nominale, suivi d'un temps de fonctionnement à vide, le fonctionnement à vide impliquant seulement la suppression de la charge. Ces temps sont insuffisants pour atteindre l'équilibre thermique aussi bien pendant les périodes d'échauffement que pendant les périodes de refroidissement
- 8 *Equilibre thermique* Etat atteint quand les températures observées des diverses parties ne varient pas de plus de 1°C par heure

### Chapitre 3 — RÉGIME NOMINAL

301 **Choix des régimes** Les régimes doivent être choisis conformément aux stipulations du présent chapitre

302 **Classes des régimes** On distingue quatre classes de régimes

Pour les classes *c*) et *d*) ci-dessous, on doit, sauf s'il en est spécifié autrement, adopter la méthode de la valeur efficace pour calculer le régime équivalent, en tenant compte des valeurs de pointe

Si des précisions complémentaires sont nécessaires, tout calcul supplémentaire doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur

- a) *Régime continu* comme défini à la définition 2 de l'article 201. Sous réserve de spécification contraire, les machines conformes aux présentes recommandations sont prévues pour un régime continu.
- b) *Régime temporaire* comme défini à la définition 5. Les durées normales pour cette classe de régime sont de 10, 30, 60 et 90 minutes
- c) *Régime pour service périodique*, régime convenant à une machine fonctionnant selon le service faisant l'objet de la définition 6

A défaut de convention spéciale, les valeurs normales du facteur de marche sont 15, 25, 40 ou 60%. Le facteur de marche est le rapport du temps de fonctionnement à la charge nominale à la durée d'un cycle

- d) *Régime pour service ininterrompu à charge intermittente* Régime convenant à une machine fonctionnant selon le service faisant l'objet de la définition 7. A défaut de convention spéciale, les valeurs normales du facteur de marche sont 25, 40 ou 60%. Le facteur de marche est le rapport du temps de fonctionnement à la charge nominale à la durée d'un cycle

- 5 *Duty* The schedule of the loads on a machine taking account of their duration and sequence
- 6 *Periodic duty* Operation in a series of identical cycles, each composed of a period of operation at rated load followed by a rest period during which the machine is completely stopped and all input power whether electrical or mechanical is cut off. The periods are insufficient for thermal equilibrium to be attained, either during the periods of operation, or during the rest periods
- 7 *Continuous duty with intermittent load* Operation in a series of identical cycles, each composed of a period of operation at rated load followed by a period of operation at no-load where no-load operation means disconnection of the load only. The periods are insufficient for thermal equilibrium to be attained, either during the heating periods, or during the cooling periods
- 8 *Thermal equilibrium* A state reached when the temperatures of the several parts under observation do not vary by more than 1 Centigrade degree per hour

### Section 3 — RATING

301 **Assignment of ratings** Ratings shall be assigned in accordance with the requirements of this Section

302 **Classes of rating** Four classes of rating are recognized

For classes *c*) and *d*) below, unless otherwise specified, the r m s method of calculating the value of the duty, having regard to peak values, shall be accepted

If further precision is required, any additional calculation to be made shall be for agreement between the manufacturer and purchaser

- a) *Continuous rating* as given in definition 2. Unless otherwise specified, machines complying with these recommendations shall be continuously rated
- b) *Short-time rating* as given in definition 3. Standard periods for this class of rating are 10, 30, 60 and 90 minutes
- c) *Rating for periodic duty*. A rating suitable for a machine operating in accordance with the duty described in definition 6

Unless otherwise agreed, standard values of load factor shall be either 15, 25, 40 or 60 per cent. The load factor is the ratio of the time of operation at rated load to the duration of the cycle

- d) *Rating for continuous duty with intermittent load*. A rating suitable for a machine operating in accordance with the duty described in definition 7. Unless otherwise agreed, standard values of load factor shall be either 25, 40 or 60 per cent. The load factor is the ratio of the time of operation at rated load to the duration of the cycle

## Chapitre 4 — CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

401 **Conditions de fonctionnement** Ces recommandations 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 516

b) *Température* En l'absence d'indications contraires, 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 517

*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 se soit informé qu'elles peuvent satisfaire à ces conditions

## Chapitre 5 — ÉCHAUFFEMENT

### Sous-chapitre A CONDITIONS PENDANT L'ESSAI D'ÉCHAUFFEMENT

501 **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 sous-chapitre 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 516

Pour toutes les machines refroidies par d'autres moyens, il convient de formuler des règles spéciales (voir la Note à la fin de l'article 514)

502 **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

503 **Mesure de la température des enroulements** (pour la description des méthodes de mesure, voir le sous-chapitre B) On emploie, en général, 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)

#### Section 4 — SERVICE CONDITIONS

401 **Service conditions** These recommendations are 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 (3 300 feet)

Machines intended to operate in service in situations where the altitude is in excess of 1 000 metres (3 300 feet) are covered by Clause 516

- 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 517

*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 5 — TEMPERATURE RISE

##### *Sub-Section A* CONDITIONS DURING TEST FOR TEMPERATURE RISE

501 **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 the value of this cooling temperature, the permissible rises of temperature shall not exceed, during the test, those given in Sub-Section 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 516

For all machines cooled by other means, special rules will be necessary (see Note to Clause 514)

502 **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

503 **Measuring temperature of windings** (For description of methods of measurement see Sub-section B) The embedded temperature detector method is generally employed for the slot portion of a c stator windings of turbine-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)

La méthode par augmentation de résistance des enroulements est la méthode préférentielle pour tous les enroulements inducteurs et les enroulements du stator des machines ne comportant pas d'indicateurs internes de température, auxquels elle est généralement applicable

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 de compensation, 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

*Note:* Il n'est pas prévu que des mesures par thermomètre soient effectuées en même temps que des mesures par variation de résistance, et les valeurs des échauffements données dans le tableau 1 pour les mesures par thermomètre et pour les mesures par variation de résistance ne doivent pas être employées pour se contrôler mutuellement. Cependant, si l'acheteur désire qu'une lecture par thermomètre soit faite en plus des mesures par variation de résistance, l'échauffement mesuré par un thermomètre 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\*  
80°C si les isolants des enroulements appartiennent à la Classe E\*  
90°C si les isolants des enroulements appartiennent à la Classe B\*  
110°C si les isolants des enroulements appartiennent à la Classe F\*  
135°C si les isolants des enroulements appartiennent à la Classe H\*

\* Selon la classification de la Publication 85 de la C.E.I.: Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques, en fonction de leur stabilité thermique en service

**504 Correction pour mesures relevées après arrêt** Si la température n'est relevée qu'après 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

**505 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 514), 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

**506 Essai d'échauffement pour les régimes autres que les régimes continus.** La durée des essais est celle qui résulte de l'application des paragraphes a) et b)

a) *Régimes temporaires* La durée des essais est celle correspondant au régime temporaire déclaré. A la fin de l'essai, les limites d'échauffement spécifiées dans le tableau 1 ne doivent pas être dépassées

Au commencement de l'essai, la température de la machine ne doit pas différer de plus de  $\pm 5^\circ\text{C}$  de la température du milieu réfrigérant

b) *Régimes pour service périodique et pour service ininterrompu à charge intermittente* A défaut de convention spéciale, la durée du cycle est de 10 minutes lors de l'essai. L'essai est interrompu quand l'équilibre thermique est atteint. Les mesures de température doivent être effectuées à la fin de chaque période de charge dans le but de vérifier que l'équilibre thermique est établi. A la fin de la première moitié de la dernière période de fonctionnement en charge, l'échauffement ne doit pas dépasser les limites permises au tableau 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. It is the preferred method.

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.

*Note:* 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 materials\*  
80°C if the windings are insulated with Class E materials\*  
90°C if the windings are insulated with Class B materials\*  
110°C if the windings are insulated with Class F materials\*  
135°C if the windings are insulated with Class H materials\*

\* As classified in IEC Publication 85: Recommendations for the classification of materials for the insulation of electrical machinery and apparatus in relation to their thermal stability in service.

**504 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.

**505 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 514) 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.

**506 Temperature rise tests for ratings other than continuous ratings** The tests shall be taken for the durations given in Sub-clauses a) or b), as appropriate.

- a) *Short-time ratings* The duration of the tests shall be that corresponding to the declared short-time rating. At the end of the test the temperature rise limits of Table 1 shall not be exceeded. At the beginning of the test the temperature of the machine shall be within 5 Centigrade degrees of that of the cooling medium.
- b) *Ratings for periodic duty and for continuous duty with intermittent load* Unless otherwise agreed, the duration of one cycle shall be 10 minutes for the purpose of the test. The test shall be terminated when thermal equilibrium has been reached. Temperature measurements shall be made at the end of the on-load period for the purpose of establishing thermal equilibrium. At the end of the first half of the last period of on-load operation, the temperature rise shall not be in excess of that permitted in Table 1.

*Sous-chapitre B* MÉTHODES DE MESURE DES ÉCHAUFFEMENTS

**507 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 509 à 513 et la température de l'air ou du gaz de refroidissement, mesurée conformément aux articles 501 et 502

**508 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

**509 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.

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

**511 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.

**512 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.

*Sub-Section B* METHODS OF MEASUREMENT OF TEMPERATURE RISE

507 **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 Clause 509 to 513, and the cooling air or gas measured in accordance with Clauses 501 and 502

508 **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

509 **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

510 **Resistance method** In this method the temperature rise of the windings is determined by the increase in the resistance of the windings

511 **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 (°C) of the winding at the end of the test,  
 $t_1$  = temperature (°C) of the winding (cold) at the moment of the initial resistance measurement,  
 $t_a$  = temperature (°C) 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, shall be practically that of the cooling air or gas

512 **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

**513 Méthodes de mesure de température au moyen d'indicateurs internes de température** 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 des 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.

- a) *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.
- b) *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.
- c) *Un faisceau par encoche* La méthode des 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.

*Note:* 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 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.

### Sous-chapitre C LIMITES D'ÉCHAUFFEMENT

**514 Tableau des échauffements** Le tableau 1 ci-après donne les limites des échauffements admissibles au-dessus de la température de l'air ou du gaz de refroidissement, pour des machines autres que les turbo-alternateurs refroidis à l'hydrogène, 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, E, B, F et H. Pour les matières de la classe Y, les limites de l'échauffement admissible sont de 15°C inférieures 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 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.

*Note 1* Ces recommandations ne s'appliquent pas aux échauffements des machines refroidies par circulation directe de l'eau à travers la machine.

*Note 2* Pour les machines fonctionnant en service temporaire, les limites d'échauffement données dans le tableau 1 peuvent être, dans certains cas, dépassées sans danger de 10°C.

*Note 3* Des recommandations concernant les échauffements des turbo-alternateurs refroidis à l'hydrogène sont en cours d'achèvement et un complément aux présentes recommandations sera publié ultérieurement.

**515 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.

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

**513 Methods of temperature measurement by embedded temperature detectors** 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 effectively 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.

- a) *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.
- b) *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.
- c) *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.

#### *Sub-Section C* LIMITS OF TEMPERATURE RISE

**514 Table of temperature rise** Table I gives the limits of permissible temperature rise above the cooling air or gas temperature, for machines, other than hydrogen-cooled turbine-type generators, intended to operate with cooling air or gas not exceeding 40°C and insulated with materials in Classes A, E, B, F and H.

For Class Y materials 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 1* These recommendations do not apply to the temperature rise of machines cooled by direct circulation of water through the machine.

*Note 2* For machines operating on a short-time duty, the limits of temperature rise given in Table I may, in certain cases, be safely exceeded by 10°C.

*Note 3* Recommendations for the temperature rises of hydrogen-cooled turbine-type generators are being completed and a supplement to these recommendations will be issued in due course.

**515 Machine windings for more than 11 000 V** 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.

**TABEAU 1 — LIMITES DES ÉCHAUFFEMENTS DES GÉNÉRATRICES, DES MOTEURS ET DES COMMUTATRICES**  
(autres que les turbo-alternateurs a refroidissement par l'hydrogene)

Art N°	Elément de machine	Isolants Classe A		Isolants Classe E		Isolants Classe B		Isolants Classe F**		Isolants Classe H**	
		Méthode par thermométrie	Méthode par résistance interne de température (voir art 513) entre bobines dans une encoche	Méthode par thermométrie	Méthode par résistance interne de température (voir art 513) entre bobines dans une encoche	Méthode par thermométrie	Méthode par résistance interne de température (voir art 513) entre bobines dans une encoche	Méthode par thermométrie	Méthode par résistance interne de température (voir art 513) entre bobines dans une encoche	Méthode par thermométrie	Méthode par résistance interne de température (voir art 513) entre bobines dans une encoche
1	a) Enroulements a courant alternatif de turbo-alternateurs d'une puissance de 5 000 kVA ou plus. b) Enroulements a courant alternatif de machines a pôles saillants et de machines a induction d'une puissance de 5 000 kVA ou plus, ou ayant une longueur axiale du noyau d'un metre ou plus. <i>Note:</i> La methode avec indicateurs internes de temperature peut être utilisée dans les machines plus petites, mais les limites d'échauffement donnees sous ce poste sont valables.	—	60°C	—	70°C	—	80°C	—	100°C	—	125°C
2	a) Enroulements a courant alternatif de machines plus petites que celles de l'article 1. b) Enroulements d'excitation a courant continu des machines a courant alternatif et a courant continu, autres que ceux des articles 3 et 4. c) Enroulements d'induits reliés a des collecteurs.	50°C*	60°C	65°C*	75°C	70°C*	80°C	85°C*	100°C	105°C*	125°C
3	Enroulements d'excitation a courant continu des turbo-machines.	—	—	—	90°C	—	—	—	110°C	—	—
4	a) Enroulements d'excitation de faible resistance, a plus d'une couche et enroulements de compensation. b) Enroulements a une couche avec surfaces exposees nues.	60°C 65°C	—	75°C 80°C	80°C 90°C	80°C 90°C	—	100°C 110°C	100°C 110°C	125°C 135°C	125°C 135°C
5	Enroulements isolés continuellement fermes sur eux-mêmes.	60°C	—	75°C	—	80°C	—	100°C	—	125°C	—
6	Enroulements non isolés continuellement fermes sur eux-mêmes.	Les échauffements de ces parties ne doivent en aucun cas atteindre 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	—	75°C	—	80°C	—	100°C	—	125°C	—
9	Collecteurs et bagues, proteges ou non.	60°C	—	70°C	—	80°C	—	90°C	—	100°C	—

\* Une correction pour les enroulements a courant alternatif a haute tension est applicable a ces articles (voir l'article 515).

\*\* Sauf accord entre le constructeur et l'acheteur, l'échauffement des parties de machines d'une puissance supérieure a 5 MVA ou ayant des noyaux d'une longueur supérieure a un metre, isolées avec des matières des Classes F et H, ne doit pas être supérieur a celui admis pour les isolants de la classe B.

**TABLE 1 — LIMITS OF TEMPERATURE RISE OF GENERATORS, MOTORS AND SYNCHRONOUS CONVERTERS**  
(other than hydrogen-cooled, turbine-type generators)

It. No	Part of Machine	Class A materials (see Clause 513) E.T.D. between coils in one slot		Class E materials (see Clause 513) E.T.D. between coils in one slot		Class B materials (see Clause 513) E.T.D. between coils in one slot		Class F** materials (see Clause 513) E.T.D. between coils in one slot		Class H** materials (see Clause 513) E.T.D. between coils in one slot	
		Therm.	Res.	Therm.	Res.	Therm.	Res.	Therm.	Res.	Therm.	Res.
1	a) A.C. windings of turbine-type machines having output of 5 000 kVA or more. 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. <i>Note:</i> The E.T.D. method may be used in smaller machines, but the limits of temperature rise given in this item shall apply.	—	60°C	—	70°C	—	80°C	—	100°C	—	125°C
2	a) A.C. windings of machines smaller than in Item 1. b) Field windings of a.c. and d.c. machines having d.c. excitation other than those in Items 3 and 4. c) Windings of armatures having commutators.	50°C*	60°C	65°C*	75°C	70°C*	80°C	85°C*	100°C	105°C*	125°C
3	Field windings of turbine-type machines having d.c. excitation.	—	—	—	—	—	90°C	—	110°C	—	—
4	a) Low-resistance field windings of more than one layer, and compensating windings. b) Single-layer windings with exposed bare surfaces.	60°C	60°C	75°C	75°C	80°C	80°C	100°C	100°C	125°C	125°C
5	Permanently short-circuited insulated windings.	65°C	65°C	80°C	80°C	90°C	90°C	110°C	110°C	135°C	135°C
6	Permanently short-circuited windings, uninsulated.	60°C	—	75°C	—	80°C	—	100°C	—	125°C	—
7	Iron core and other parts not in contact with windings.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Iron core and other parts in contact with windings.	60°C	—	75°C	—	80°C	—	100°C	—	125°C	—
9	Commutators and slip-rings, open or enclosed.	60°C	—	70°C	—	80°C	—	90°C	—	100°C	—

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.

\* A correction for high-voltage a.c. windings is applicable to these items (see Clause 515).

\*\* Unless agreed between manufacturer and purchaser, the temperature rise of parts of machines rated at 5 MVA or above or having core lengths of 1 metre or more, insulated with Classes F and H materials, shall not exceed those permitted for Class B material.

**516 Machines destinées à fonctionner à une altitude supérieure à 1 000 mètres** Pour des 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

*Note* 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

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 pas le fonctionnement de la machine. Pour des applications au-dessus de 1 000 mètres, il est recommandé de consulter le constructeur de la machine.

**517 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, les limites d'échauffement indiquées au tableau 1 doivent être réduites

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

Ces réductions s'appliquent aux matériaux des classes A, E, B, F et H pour des essais effectués dans les ateliers du constructeur

## Chapitre 6 — ESSAIS DIÉLECTRIQUES

**601 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 de 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:

516 **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

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

517 **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 cooling air or gas reference temperature, 40°C, the temperature rises as given in Table 1 shall be reduced as follows:

- a) by 5°C if the temperature of the cooling air or gas exceeds the above reference temperature by 5°C or less;
- b) by 10°C if the temperature of the cooling air or gas exceeds the above reference temperature by more than 5°C but not more than 10°C;
- 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 to materials in Classes A, E, B, F and H where the tests are taken at the manufacturers' works

## Section 6 — DIELECTRIC TESTS

601 **Dielectric tests** The high-voltage test shall be applied between the windings and the frame with the core connected to the frame and to the windings not under test, and shall be applied only to a new and completed machine with all its parts in place under conditions equivalent to normal working conditions, and unless otherwise specified the test shall be carried out at the makers' works at the conclusion of the temperature test of the machine

The test voltage shall be alternating and shall be as near as possible to sine-wave form

The test shall be commenced at a voltage of not more than one-half of the full test voltage The voltage shall then be increased to the full value steadily or in the steps of not more than 5% of the full value, the time allowed for the increase of the voltage from half to full value being not less than ten seconds The full test voltage shall then be maintained for one minute in accordance with the values as indicated in the following Table 2:

TABLEAU 2 — ESSAIS DIÉLECTRIQUES

N°	Machine ou organe	Tension (efficace) d'essai
1	Machines tournantes de puissance inférieure à 1 kW ou 1 kVA	500 V + deux 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 + deux 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 (voir note 1)
4	Enroulements à excitation séparée des machines à courant continu	1 000 V + deux fois la tension nominale maximum d'excitation avec un minimum de 1 500 V
5	Enroulements d'excitation des génératrices synchrones	Dix 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 + deux fois la tension nominale maximum d'excitation avec un minimum de 1 500 V  1 000 V + deux 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)
7	Enroulements secondaires (habituellement rotors) des moteurs à induction ou des moteurs à induction synchronisés non court circuités en permanence (destinés par exemple à démarrer par rhéostats)  <i>a)</i> Pour moteurs non réversibles ou pour moteurs réversibles à partir du repos seulement  <i>b)</i> Pour les moteurs qui peuvent être inversés ou freinés en inversant l'alimentation primaire lorsque le moteur est en fonctionnement	1 000 V + deux fois la tension en circuit ouvert au repos, mesurée entre les bagues ou les bornes secondaires avec la tension nominale appliquée aux enroulements primaires  1 000 V + quatre fois la tension secondaire en circuit ouvert au repos comme définie au n° 7 <i>a)</i>

TABLE 2 — DIELECTRIC TESTS

No	Machine or part	Test voltage (r m s )
1	Insulated parts of machines of size less than 1 kW or 1 kVA	500 V + twice the rated voltage
2	Rotating machines of size 1 kW or 1 kVA to less than 10 000 kW or kVA (see Note 2)	1 000 V + twice the rated voltage with a minimum of 1 500 V (see Note 1)
3	Rotating machines of size 10 000 kW or kVA or more (see Note 2)  <i>Rated voltage</i> <i>U</i> up to 2 000 V <i>U</i> above 2 000 V to 6 000 V <i>U</i> above 6 000 V to 16 500 V <i>U</i> above 16 500 V	1 000 V + 2 <i>U</i> 2.5 times <i>U</i> 3 000 V + 2 <i>U</i> Subject to special agreement (see Note 1)
4	Separately-excited field windings of d.c. machines	1 000 V + twice the maximum rated field circuit voltage with a minimum of 1 500 V
5	Field windings of synchronous generators	Ten times the rated excitation voltage with a minimum of 1 500 V and a maximum of 3 500 V
6	Field windings of synchronous motors, synchronous condensers and synchronous converters  a) When intended to be started with the field windings short-circuited or connected across an exciter armature, or to be started with the a.c. windings idle  b) When intended to be started either with a resistance connected in series with the field windings, or with the field windings on open circuit with or without a field-dividing switch	1 000 V + twice the maximum rated excitation voltage with a minimum of 1 500 V  1 000 V + twice the maximum value of the r.m.s. voltage, which can occur under the specified starting conditions, between the terminals of the field winding, or in the case of a sectionalized field winding between the terminals of any section, with a minimum of 1 500 V (see Note 3)
7	Secondary (usually rotor) windings of induction motors or synchronous induction motors if not permanently short-circuited (e.g. if intended for rheostatic starting)  a) For non-reversing motors or motors reversible from standstill only  b) For motors to be reversed or braked by reversing the primary supply while the motor is running	1 000 V + twice the open circuit standstill voltage as measured between slip rings or secondary terminals with rated voltage applied to the primary windings  1 000 V + four times the open circuit standstill secondary voltage as defined in Item 7 a)

TABLEAU 2 — ESSAIS DIÉLECTRIQUES (suite)

N°	Machine ou organe	Tension (efficace) d'essai
8	Excitatrices (sauf exceptions ci-dessous) <i>Exception 1</i> — Excitatrices des moteurs synchrones (y compris les moteurs à induction synchronisés) lorsqu'elles sont mises à la terre ou déconnectées des enroulements d'excitation pendant le démarrage <i>Exception 2</i> — Enroulements à excitation séparée des excitatrices (voir le n° 4)	Comme les enroulements auxquels elles sont connectées 1 000 V + deux fois la tension nominale de l'excitatrice avec un minimum de 1500 V
9	Groupes de machines et d'appareils assemblés	Quand l'essai est fait sur un groupe de plusieurs appareils neufs installés et connectés ensemble dont chacun a déjà subi un essai diélectrique, la tension d'essai ne doit pas dépasser 85% de la tension la plus basse applicable à l'un de ces appareils

*Note 1* Dans le cas d'enroulements biphasés ayant une borne commune, la tension nominale à considérer pour le calcul de la tension d'essai doit être égale à 1,4 fois la tension de chaque phase séparée

*Note 2* L'essai de rigidité diélectrique des machines à isolation graduée doit faire l'objet d'un accord particulier

*Note 3* La tension qui se produit aux bornes des enroulements d'excitation ou de leurs sections dans les conditions de démarrage spécifiées peut être mesurée à une tension d'alimentation réduite appropriée, et la tension ainsi mesurée doit être augmentée dans le rapport de la tension de démarrage spécifiée à la tension d'alimentation pour l'essai

## Chapitre 7 — SURINTENSITÉ ET EXCÈS DE COUPLE

**701 Surintensité momentanée des génératrices** Une génératrice satisfaisant aux présentes recommandations doit être capable de supporter pendant 15 secondes un courant dépassant de 50% son courant nominal, la tension étant maintenue aussi voisine que possible de la tension nominale, compte tenu de la puissance maximum de la machine motrice. La valeur exacte de la tension n'a pas d'importance

### 702 Excès momentané de couple des moteurs

a) *Moteurs à courant continu* Un moteur à courant continu, quel que soit son genre de service, doit être capable de supporter pendant 15 secondes un couple dépassant de 50% son couple nominal, la tension étant maintenue à sa valeur nominale

b) *Moteurs synchrones polyphasés* Sauf spécification contraire, un moteur synchrone polyphasé doit, quel que soit son genre de service, être capable de supporter pendant 15 secondes sans perte de synchronisation l'excès de couple spécifié ci-dessous, l'excitation étant maintenue à la valeur qui correspond au régime nominal:

*Moteurs à induction synchronisés (à rotor bobiné)* excès de couple 35%

*Moteurs synchrones (à pôles saillants)* excès de couple 50%

c) *Moteurs à induction polyphasés* Un moteur à induction polyphasé doit, quel que soit son genre de service, être capable de supporter pendant 15 secondes, sans calage ni changement brusque de vitesse (sous une augmentation graduelle de couple), l'excès de couple spécifié ci-dessous, la tension et la fréquence étant maintenues à leur valeur nominale