

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

**CEI
IEC
34-1**

1983

MODIFICATION 2
AMENDMENT 2

1989/10

comprenant la modification 1 (février 1987)
incorporating Amendment 1 (February 1987)

Modification 2 à la Publication 34-1 (1983)

Machines électriques tournantes

Première partie.

Caractéristiques assignées
et caractéristiques de fonctionnement

Amendment 2 to Publication 34-1 (1983)

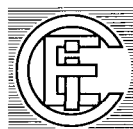
Rotating electrical machines

Part 1

Rating and performance

© CEI 1989 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3 rue de Varembé Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

PRÉFACE

La présente modification a été établie par le Comité d'Etudes n° 2 de la CEI Machines tournantes

Le texte de cette modification est issu des documents suivants

Modifications n°s	Règle des Six Mois	Rapports de vote	Procédure des Deux Mois	Rapports de vote
2	2(BC)528 2(BC)529 2(BC)531 2(BC)537 2(BC)538	2(BC)539 et 539A 2(BC)541 2(BC)543 2(BC)546 2(BC)550 —	2(BC)544 — — — 2(BC)551 2(BC)545	2(BC)555 — — — 2(BC)558 2(BC)556
1	2(BC)508 2(BC)509 2(BC)511	2(BC)514 2(BC)515 2(BC)517	2(BC)519 — —	2(BC)520 — —

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette modification

Une ligne verticale dans la marge différencie le texte de la modification n° 2 de celui de la modification n° 1

Page 2

SOMMAIRE

13 (Réservé pour utilisation future)

Remplacer (Réservé pour utilisation future) par ce qui suit

13 Classification thermique des machines

Page 16

SECTION DEUX — DÉFINITIONS

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

Remplacer la définition existante par ce qui suit

Valeur la plus faible en régime quasi stationnaire du couple asynchrone que le moteur développe entre la vitesse nulle et la vitesse qui correspond au couple maximal (couple de décrochage) lorsque le moteur est alimenté à la tension et à la fréquence assignées

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

Note En plus des couples asynchrones en régime quasi stationnaire, il existe à des vitesses spécifiques, des couples harmoniques synchrones qui sont fonction de l'angle de charge du rotor

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

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

PREFACE

This amendment has been prepared by IEC Technical Committee No 2 Rotating Machinery

The text of this amendment is based on the following documents

Amendments Nos	Six Months' Rule	Reports on Voting	Two Months' Procedure	Reports on Voting
2	2(CO)528	2(CO)539 and 539A	2(CO)544	2(CO)555
	2(CO)529	2(CO)541	—	—
	2(CO)531	2(CO)543	—	—
	2(CO)537	2(CO)546	—	—
	2(CO)538	2(CO)550	2(CO)551	2(CO)558
	—	—	2(CO)545	2(CO)556
1	2(CO)508	2(CO)514	2(CO)519	2(CO)520
	2(CO)509	2(CO)515	—	—
	2(CO)511	2(CO)517	—	—

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the Reports on Voting indicated in the above table

The text of Amendment No 2 is distinguished from that of Amendment No 1 by a vertical line in the margin

Page 3

CONTENTS

13 (Reserved for future use)

Replace (Reserved for future use) by the following

13 Thermal classification of machines

Page 17

SECTION TWO — DEFINITIONS

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

Replace the existing definition by the following

The smallest value of the steady-state asynchronous torque which the motor develops between zero speed and the speed which corresponds to the breakdown torque, when the motor is supplied at the rated voltage and frequency

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

Note — In addition to the steady state asynchronous torques, harmonic synchronous torques, which are a function of rotor load angle, will be present at specific speeds

At such speeds the accelerating torque may be negative for some rotor load angles

Experience and calculation show this to be an unstable operating condition and therefore harmonic synchronous torques do not prevent motor acceleration and are excluded from the definitions

2 16 Couple maximal (couple de décrochage) d'un moteur à courant alternatif

Remplacer la définition existante par ce qui suit

Valeur maximale en régime quasi stationnaire du couple asynchrone que le moteur développe sans chute brutale de vitesse, lorsque le moteur est alimenté à la tension et à la fréquence assignées

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

Page 18

2 25 Moment d'inertie

Dans la note, remplacer «kg/m²» par «kg m²»

Ajouter les nouveaux paragraphes suivants

2 28 Valeur assignée du facteur de forme du courant continu fourni à l'induit d'un moteur à courant continu par un convertisseur statique de puissance

Rapport de la valeur efficace maximale admissible du courant $I_{\text{eff maxN}}$ à sa valeur moyenne I_{avN} aux conditions assignées k_{fN} , c'est-à-dire

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

2 29 Facteur d'ondulation du courant

Rapport de la différence à la somme de la valeur maximale I_{max} et de la valeur minimale I_{min} d'un courant continu ondulé, k_{σ} , c'est-à-dire

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

Page 28

9 Tension assignée

9 2 Génératrices prévues pour fonctionner dans une plage de tensions d'étendue relativement faible

Remplacer à la fin des premier et deuxième alinéas (voir paragraphe 12 3) par (voir également paragraphe 12 3)

Page 32

12 Conditions électriques

Paragraphe 12 2 1

Remplacer le premier alinéa par ce qui suit

Les moteurs à courant alternatif doivent pouvoir fonctionner sous une tension d'alimentation dont les harmoniques sont limités par les prescriptions du point a) ci-dessous, et, pour un moteur polyphasé, à partir d'un système d'alimentation dont le déséquilibre de tension est défini par les prescriptions du point b) ci-dessous

2 16 *Breakdown torque (of an a.c. motor)*

Replace the existing definition by the following

The maximum value of the steady-state asynchronous torque which the motor develops without an abrupt drop in speed, when the motor is supplied at the rated voltage and frequency

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

Page 192 25 *Moment of inertia*

In the note replace 'kg/m²' by 'kg m²'

Add the following new sub-clauses

2 28 *Rated form factor of direct current supplied to a d.c. motor armature from a static power converter*

The ratio of the 1 ms maximum permissible value of the current $I_{1\text{ms maxN}}$ to its mean (average) value I_{avN} at rated conditions, k_{fN} , i.e.

$$k_{\text{fN}} = \frac{I_{1\text{ms maxN}}}{I_{\text{avN}}}$$

2 29 *Current ripple factor*

The ratio of the difference to the sum of the maximum value I_{max} and the minimum value I_{min} of an undulating current, k_{σ} , i.e.

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

Page 29**9 Rated voltage**9 2 *Generators intended for operation over a relatively small range of voltages*

Replace at the end of the first and second paragraphs (see Sub-clause 12 3) by (see also Sub-clause 12 3)

Page 33**12 Electrical conditions**

Sub-clause 12 2 1

Replace the first paragraph by the following

A.C. motors shall be suitable for operation on a supply voltage having a harmonic content as limited by the requirements of a) below, and, for a polyphase motor, from a supply system where the voltage unbalance is defined by the requirements of b) below

Le deuxième alinéa reste inchangé

Remplacer le point a) par ce qui suit

Les moteurs à courant alternatif triphasés (y compris les moteurs synchrones, mais non compris les moteurs de conception N) et les moteurs à courant alternatif monophasés doivent pouvoir fonctionner sous une tension d'alimentation dont le facteur harmonique de tension (HVF) est inférieur ou égal à 0,02, sauf déclaration contraire du constructeur

Les moteurs de conception N (voir Publication 34-12 de la CEI Machines électriques tournantes, Douzième partie Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse pour des tensions d'alimentation inférieures ou égales à 660 V) doivent pouvoir fonctionner sous une tension d'alimentation dont le HVF est inférieur ou égal à 0,03

Le HVF doit être calculé à partir de la formule suivante

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

où:

u_n = valeur par unité de l'harmonique de tension (par référence à la tension assignée U_N)

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

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

Lors de l'essai d'échauffement, spécifié dans la section cinq, le HVF ne doit pas être supérieur à 0,015

Toutes les autres parties du paragraphe 12.2.1 demeurent inchangées

Page 34

12 Conditions électriques

Paragraphe 12.2.3

Remplacer les deuxième et troisième alinéas par ce qui suit

En conséquence, pour les moteurs de puissance assignée supérieure à 5 kW destinés à être alimentés par un convertisseur statique de puissance, il est nécessaire de concevoir leur fonctionnement à partir d'une alimentation spécifiée et, si le constructeur de moteur le juge nécessaire, avec une inductance externe prévue pour réduire l'ondulation

L'alimentation par convertisseur statique de puissance doit être caractérisée au moyen d'un code d'identification comme suit

$$[\text{CCC} - U_{aN} - f - L]$$

ou

CCC est le code d'identification de connexion du convertisseur conformément à la future Publication XXX de la CEI

U_{aN} est constitué de trois ou quatre chiffres indiquant la valeur assignée de la tension alternative aux bornes d'entrée du convertisseur, en volts;

f est constitué de deux chiffres indiquant la fréquence assignée aux bornes d'entrée, en hertz;

L est constitué de un, deux ou trois chiffres indiquant la valeur de l'inductance à ajouter extérieurement au circuit d'induit du moteur, en millihenrys. Si cette valeur est égale à zéro, elle est omise

Les moteurs de puissance assignée inférieure ou égale à 5 kW, au lieu d'être liés à un type spécifique de convertisseur statique de puissance, peuvent être conçus pour une utilisation avec tout convertisseur statique de puissance, avec ou sans inductance extérieure, pourvu que la

The second paragraph remains unchanged

Replace Item a) by the following

Three-phase a c motors (including synchronous motors, but not design N motors) and a c single-phase motors shall be suitable for operation on a supply voltage having a harmonic voltage factor (HVF) not exceeding 0,02 unless the manufacturer declares otherwise

Design N motors (see IEC Publication 34-12 Rotating electrical machines, Part 12 Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors for voltages up to and including 660 V) shall be suitable for operation on a supply voltage having an HVF not exceeding 0,03

The HVF shall be computed by using the following formula

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

where:

u_n = per unit value of the harmonic voltage (referred to rated voltage U_N)

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

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

In temperature-rise testing as specified in Section Five, the HVF shall not exceed 0,015

All other parts of Sub-clause 12 2 1 remain unchanged

Page 35

12 Electrical conditions

Sub-clause 12 2 3

Replace the second and third paragraphs by the following

It is necessary, therefore, for motors with a rated output exceeding 5 kW, intended for supply from a static power converter, to be designed for operation from a specified supply, and, if considered necessary by the motor manufacturer, for an external inductance to be provided for reducing the undulation

The static power converter supply shall be characterized by means of an identification code, as follows

$$[\text{CCC} - U_{aN} - f - L]$$

where:

CCC is the identification code for converter connection according to the future IEC Publication XXX

U_{aN} consists of three or four digits indicating the rated alternating voltage at the input terminals of the converter, in volts;

f consists of two digits indicating the rated input frequency, in hertz;

L consists of one, two or three digits indicating the series inductance to be added externally to the motor armature circuit, in millihenrys. If this is zero, it is omitted

Motors with rated output not exceeding 5 kW, instead of being tied to a specific type of static power converter, may be designed for use with any static power converter, with or without external inductance, provided that the rated form factor for which the motor is

valeur assignée du facteur de forme pour lequel le moteur est conçu ne soit pas dépassée et que le niveau d'isolation du circuit d'induit du moteur soit adapté à la valeur assignée de la tension alternative aux bornes d'entrée du convertisseur statique de puissance

Note — En spécifiant le code d'identification ou, en variante, dans le cas de moteurs de puissance assignée inférieure ou égale à 5 kW, la valeur assignée du facteur de forme et la valeur assignée de la tension alternative aux bornes d'entrée du convertisseur statique de puissance, l'aptitude de l'induit du moteur à courant continu à supporter les courants ondulés correspondants, et éventuellement sa conception pour une tension d'essai diélectrique supérieure à la normale sont mises en évidence

Pour les moteurs à courant continu alimentés par convertisseurs statiques de puissance, on doit utiliser pour déterminer la tension diélectrique d'essai du tableau V soit la tension continue du moteur, soit la valeur efficace composée de la valeur assignée de la tension alternative aux bornes d'entrée du convertisseur statique de puissance selon la valeur la plus élevée

Note — Si un transformateur d'entrée est incorporé dans les constituants du convertisseur statique de puissance, la tension aux bornes d'entrée du convertisseur statique de puissance à laquelle il est fait référence ci-dessus est la tension aux bornes de sortie du transformateur

Dans tous les cas, la puissance du convertisseur statique de puissance est présumée ne pas présenter un déséquilibre tel que la différence entre les amplitudes de crêtes maximales et minimales des impulsions de courant sur un cycle soit supérieure à 10% de l'amplitude maximale de l'impulsion au courant assigné

12.3 *Variations de tension en fonctionnement*

Remplacer ce paragraphe par le nouveau paragraphe suivant

12.3 *Variations de tension et de fréquence en fonctionnement*

Pour les machines à courant alternatif, les combinaisons des variations de tension et de fréquence sont classées en zone A ou en zone B, conformément à la figure 12, page 22, pour les alternateurs et à la figure 13, page 22, pour les moteurs

Pour les machines à courant continu reliées directement à une alimentation à courant continu normalement constante, les zones A et B s'appliquent uniquement aux tensions

Une machine doit être capable d'assurer sa fonction principale de façon continue à l'intérieur de la zone A, mais peut ne pas satisfaire complètement à ses caractéristiques de fonctionnement aux tension et fréquence assignées (voir point caractéristiques assignées sur les figures 12 et 13), et présenter certaines déviations. Les échauffements peuvent être supérieurs à ceux à tension et fréquence assignées

Une machine doit être capable d'assurer sa fonction principale à l'intérieur de la zone B, mais peut présenter des déviations supérieures à celles de la zone A par rapport à ses caractéristiques de fonctionnement aux tension et fréquence assignées. Les échauffements peuvent être supérieurs à ceux à tension et fréquence assignées et seront très probablement supérieurs à ceux de la zone A. Un fonctionnement prolongé à la périphérie de la zone B n'est pas recommandé

Au sens du présent paragraphe, la fonction principale d'une machine doit être d'assurer ce qui suit

- | | |
|-----------------------------------|--|
| a) un alternateur | puissance assignée apparente (kVA), au facteur de puissance assigné s'il est à commande séparée, |
| b) un moteur à courant alternatif | couple assigné (Nm), |

designed will not be surpassed and that the insulation level of the motor armature circuit respects the rated alternating voltage at the input terminals of the static power converter

Note — By stating the identification code, or alternatively, in the case of motors with rated output not exceeding 5 kW, the rated form factor and the rated alternating voltage at the input terminals of the static power converter, the ability of the d.c. motor armature to carry subsequent undulating currents and eventually to be designed for a higher than usual dielectric test voltage is characterized

To determine the dielectric test voltage from Table V for d.c. motors supplied by static power converters, the direct voltage of the motor or the r.m.s. phase-to-phase value of the rated alternating voltage at the input terminals of the static power converter shall be used, whichever is the higher

Note — If an input transformer is incorporated in the static power converter equipment, the voltage at the input terminals of the static power converter referred to above is the voltage at the output terminals of the transformer

In all cases, the undulation of the static power converter output current is assumed to be so low as to result in a difference between the highest and the lowest peak amplitudes of the current pulses over one cycle of not greater than 10% of the highest pulse amplitude at rated current

12.3 *Voltage variations during operation*

Replace this sub-clause by the following

12.3 *Voltage and frequency variations during operation*

For a.c. machines, combinations of voltage variations and frequency variations are classified as being either Zone A or Zone B, in accordance with Figure 12, page 22, for generators and Figure 13, page 22, for motors

For d.c. machines, when directly connected to a normally constant d.c. bus, Zones A and B apply only to the voltages

A machine shall be capable of performing its primary function continuously within Zone A, but need not comply fully with its performance at rated voltage and frequency (see rating point in Figures 12 and 13), and may exhibit some deviations. Temperature rises may be higher than at rated voltage and frequency

A machine shall be capable of performing its primary function within Zone B, but may exhibit greater deviations from its performance at rated voltage and frequency than in Zone A. Temperature rises may be higher than at rated voltage and frequency and most likely will be higher than those in Zone A. Extended operation at the perimeter of Zone B is not recommended

For the purpose of this sub-clause, the primary function of a machine shall be to provide the following

- | | |
|----------------------|--|
| a) an a.c. generator | rated apparent power (kVA), at rated power factor where this is separately controllable, |
| b) an a.c. motor | rated torque (Nm), |

- c) un moteur synchrone couple assigné (Nm) avec l'excitation maintenant soit le courant d'excitation assigné, soit le facteur de puissance assigné, lorsque celui-ci peut être réglé séparément,
- d) un compensateur synchrone sauf accord contraire entre constructeur et acheteur, la puissance apparente assignée (kVA) à l'intérieur de la zone applicable à un générateur (voir figure 12),
- e) un turbo-alternateur de puissance assignée égale ou supérieure à 10 MVA voir la Publication 34-3 de la C E I Machines électriques tournantes, Troisième partie Règles spécifiques pour les turbomachines synchrones,
- f) un générateur à courant continu puissance assignée (kW),
- g) un moteur à courant continu couple assigné (Nm) avec l'excitation d'un moteur à bobinage shunt maintenant une vitesse assignée, lorsque celle-ci peut être réglée séparément

Si une machine a plus d'une tension assignée ou une plage de tensions assignées, les limites d'échauffement ou les limites de température (voir tableaux I, II ou III) doivent s'appliquer à chaque tension assignée

- Notes 1* — Dans des applications pratiques et aux conditions de fonctionnement, une machine sera parfois sollicitée pour fonctionner à l'extérieur du périmètre de la zone A. Il est recommandé de limiter de tels écarts en valeur, durée et fréquence d'apparition. Il convient de prendre des mesures correctives, si possible dans un délai raisonnable, par exemple une réduction de puissance. De telles interventions peuvent éviter une réduction de la durée de vie de la machine due aux effets de la température
- 2 Les limites d'échauffement ou les limites de température conformes à la présente norme sont applicables au point caractéristiques assignées et peuvent être progressivement dépassées si le point de fonctionnement s'écarte du point caractéristiques assignées. Pour des conditions aux limites extrêmes de la zone A, les échauffements et températures peuvent dépasser d'environ 10 K les limites d'échauffement et de température spécifiées dans la présente norme
- 3 — Un moteur à courant alternatif ne démarra à la limite inférieure de tension que si son couple de démarrage est approprié au couple résistant de la charge, mais cela ne constitue pas une exigence du présent article. Pour les caractéristiques de démarrage des moteurs de conception N, voir la Publication 34-12 de la C E I Machines électriques tournantes, Douzième partie: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse pour des tensions d'alimentation inférieures ou égales à 660 V

Page 36

13 (Réservé pour utilisation future)

Remplacer (Réservé pour utilisation future) par ce qui suit

13 Classification thermique des machines

Une classification thermique conforme à la Publication 85 de la C E I Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique, doit être attribuée aux systèmes d'isolation utilisés dans les machines. La classification des systèmes d'isolation doit s'effectuer au moyen de lettres et non de valeurs de température

- | | |
|---|---|
| c) a synchronous motor | rated torque (Nm), the excitation maintaining either rated field current or rated power factor, where this is separately controllable, |
| d) a synchronous condenser | rated apparent power (kVA) within the zone applicable to a generator (see Figure 12), unless otherwise agreed between the manufacturer and the purchaser, |
| e) a turbine-type machine with rated output of 10 MVA and above | see IEC Publication 34-3 Rotating Electrical Machines, Part 3 Specific requirements for turbine-type synchronous machines, |
| f) a d.c. generator | rated output (kW), |
| g) a d.c. motor | rated torque (Nm), the excitation of a shunt-wound motor maintaining rated speed, where this is separately controllable |

Where a machine has more than one rated voltage or a rated voltage range, the temperature-rise limits or temperature limits (see Table I, II or III) shall apply to each rated voltage

- Notes 1* — In practical applications and operating conditions, a machine will sometimes be required to operate outside the perimeter of Zone A. Such excursions should be limited in value, duration, and frequency of occurrence. Corrective measures should be taken, where practical, within a reasonable time, for example, a reduction in output. Such action may avoid a reduction in machine life from temperature effects
- 2 — The temperature-rise limits or temperature limits in accordance with this standard apply at the rating point and may be progressively exceeded as the operating point moves away from the rating point. For conditions at the extreme boundaries of Zone A, the temperature rises and temperatures may exceed the limits of temperature rise and temperature specified in this standard by approximately 10 K
- 3 — An a.c. motor will start at the lower limit of voltage only if its starting torque is adequately matched to the counter-torque of the load, but this is not a requirement of this clause. For starting performance of Design N motors, see IEC Publication 34-12: Rotating Electrical Machines, Part 12: Starting Performance of Single-speed Three-phase Cage Induction Motors for Voltages up to and including 660 V

Page 37

13 (Reserved for future use)

Replace (Reserved for future use) by the following

13 Thermal classification of machines

A thermal classification in accordance with IEC Publication 85 Thermal Evaluation and Classification of Electrical Insulation, shall be assigned to the insulation systems used in machines. The classification of the insulation systems shall be by means of letters and not by temperature values

Il est de la responsabilité du constructeur de la machine d'interpréter les résultats obtenus par l'essai d'endurance thermique en fonction du type de la machine et de son application

Notes 1 — La classification thermique d'un nouveau système d'isolation ne devra pas être présumée directement en fonction de l'aptitude thermique des différents matériaux qui le constituent

2 — Il est admis de continuer à utiliser les classifications existantes lorsque celles-ci ont été éprouvées par l'expérience

Page 42

15 Détermination de l'échauffement

15.3.2 Détermination de l'échauffement par la méthode par indicateurs internes de température (IIT)

Remplacer le troisième alinéa et la note par ce qui suit

La lecture la plus élevée des éléments IIT doit être utilisée pour déterminer la conformité aux prescriptions concernant les limites d'échauffement ou de température

Note — Les éléments IIT ou leurs connexions peuvent présenter un défaut et donner des lectures incorrectes. En conséquence, si une ou plusieurs de ces lectures s'avèrent, après analyse, être erratiques, elles devront être éliminées

Page 50

16 Limites de températures et d'échauffement

16.1.2 Classes d'isolation

Remplacer ce paragraphe par le suivant

16.1.2 Classifications thermiques

Les limites d'échauffement ou de température données dans les tableaux I, II et III sont applicables aux classifications thermiques indiquées dans ces tableaux

Pages 52, 54 et 56

TABLEAUX I, II et III

Remplacer à la première ligne Classe d'isolation *par* Classification thermique

Pages 52, 54 et 56

TABLEAUX I, II et III

Remplacer les tableaux existants par les tableaux suivants

It is the responsibility of the manufacturer of the machine to interpret the results obtained by thermal endurance testing as appropriate to his machine type and application

Notes 1 — The thermal classification of a new insulation system should not be assumed to be directly related to the thermal capability of the individual materials used in it

2 — The continued use of existing classifications is acceptable where they have been proved by experience

Page 43

15 Determination of temperature rise

15.3.2 *Determination of temperature rise by the embedded temperature detector (ETD) method*

Replace the third paragraph and the note by the following

The highest reading of ETD elements shall be used to determine compliance with requirements for temperature rise or temperature limits

Note ETD elements or their connections may fail and give incorrect readings. Therefore, if one or more of these readings are shown to be erratic after investigation, they should be eliminated

Page 51

16 Limits of temperature and temperature-rise

16.1.2 *Classes of insulation*

Replace this sub-clause by the following

16.1.2 *Thermal classifications*

The limits of temperature rise or temperature given in Tables I, II and III apply to the thermal classifications shown in these tables

Pages 53, 55 et 57

TABLES I, II and III

Replace on the first line Class of insulation by Thermal classification

Pages 53, 55 et 57

TABLES I, II and III

Replace the existing tables by the following tables

TABLEAU I

Limites d'échauffement des machines a refroidissement indirect par l'air

Point n	Partie de la machine	Classification thermique														
		A			E			B			F			H		
		Méthode de mesure			Méthode de mesure			Méthode de mesure			Méthode de mesure			Méthode de mesure		
		Thermo- mètre (K)	Résistance (K)	IIT (K)	Thermo- mètre (K)	Résistance (K)	IIT (K)	Thermo- mètre (K)	Résistance (K)	IIT (K)	Thermo- mètre (K)	Résistance (K)	IIT (K)	Thermo- mètre (K)	Résistance (K)	IIT (K)
1																
a)	Enroulements a courant alternatif de machines de puissance supérieure ou égale a 5000 kW (ou kVA)	—	60	65 ⁽¹⁾	—	—	—	—	80	85 ⁽¹⁾	—	100	105 ⁽¹⁾	—	125	130 ⁽¹⁾
b)	Enroulements a courant alternatif de machines de puissance supérieure a 200 kW (ou kVA), mais inférieure a 5000 kW (ou kVA)	—	60	65 ⁽¹⁾	—	75	—	—	80	90 ⁽¹⁾	—	105	110 ⁽¹⁾	—	125	130 ⁽¹⁾
c)	Enroulements a courant alternatif de machines de puissance inférieure ou égale a 200 kW (ou kVA) autres que ceux des points 1 d) ou 1 e) ⁽²⁾	—	60	—	—	75	—	—	80	—	—	105	—	—	125	—
d)	Enroulements a courant alternatif de machines de puissance inférieure a 600 W (ou VA) ⁽²⁾	—	65	—	—	75	—	—	85	—	—	110	—	—	130	—
e)	Enroulements a courant alternatif de machines qui sont refroidies naturellement, sans ventilateur (IC 40) et/ou a enroulements enrobés ⁽³⁾	—	65	—	—	75	—	—	85	—	—	110	—	—	130	—
2	Enroulements d'induit reliés a des collecteurs	50	60	—	65	75	—	70	80	—	85	105	—	105	125	—
3	Enroulements d'excitation a courant continu des machines a courant alternatif et a courant continu, autres que ceux du point 4	50	60	—	65	75	—	70	80	—	85	105	—	105	125	—
4																
a)	Enroulements d'excitation a courant continu des machines synchrones a rotor cylindrique, dont un enroulement est logé dans l'encoche, excepte les moteurs synchrones a induction	—	—	—	—	—	—	—	90	—	—	110	—	—	135	—
b)	Enroulements fixes d'excitation a plus d'une couche des machines a courant continu	50	60	—	65	75	—	70	80	90	85	105	110	105	125	135
c)	Enroulements d'excitation de faible resistance a une seule couche des machines a courant alternatif et a courant continu, et enroulements de compensation a plus d'une couche des machines a courant continu	60	60	—	75	75	—	80	80	—	100	100	—	125	125	—
d)	Enroulements a une seule couche des machines a courant alternatif et a courant continu avec surfaces exposees nues ou en metal verni, et enroulements de compensation a une seule couche des machines a courant continu ⁽³⁾	65	65	—	80	80	—	90	90	—	110	110	—	135	135	—
5	Enroulements continuellement fermes sur eux-mêmes	L'échauffement de toute partie ne doit pas être préjudiciable a l'isolation de cette partie ou de toute autre partie avoisinante														
6	Collecteurs, bagues et leurs balais et porte-balais	L'échauffement de toute partie ne doit pas être préjudiciable a l'isolation de cette partie ou de toute autre partie avoisinante. De plus, l'échauffement ne doit pas dépasser celui qui permet d'assurer le passage du courant dans toute la plage de fonctionnement, grace a la combinaison de la qualité des balais et du matériau du collecteur et/ou des bagues														
7	Circuits magnetiques et tous éléments de structure, qu'ils soient ou non en contact avec l'isolation (à l'exclusion des paliers)	L'échauffement de toute partie ne doit pas être préjudiciable a l'isolation de cette partie ou de toute autre partie avoisinante														

⁽¹⁾ Une correction peut être effectuée dans le cas des enroulements a courant alternatif a haute tension (voir paragraphe 16.2.1).⁽²⁾ Lors de l'application de la méthode d'essai par superposition a des enroulements de machines de puissance inférieure ou égale a 200 kW (ou kVA) avec des classes d'isolation A, E, B et F les limites des échauffements prévues pour la méthode par variation de résistance peuvent être dépassées de 5 K.⁽³⁾ Comprend également les enroulements a plusieurs couches, a condition que les couches inférieures soient chacune en contact avec le fluide de refroidissement primaire en circulation.

TABLE I
Limits of temperature rise of machines indirectly cooled by air

Item No.	Part of machine	Thermal classification														
		Method of measurement			Method of measurement			Method of measurement			Method of measurement			Method of measurement		
		Thermo-meter (K)	Resistance (K)	ETD (K)	Thermo-meter (K)	Resistance (K)	ETD (K)	Thermo-meter (K)	Resistance (K)	ETD (K)	Thermo-meter (K)	Resistance (K)	ETD (K)	Thermo-meter (K)	Resistance (K)	ETD (K)
1																
a)	A.C. windings of machines having outputs of 5000 kW (or kVA) or more	—	60	65 ⁽¹⁾	—	—	—	—	80	85 ⁽¹⁾	—	100	105 ⁽¹⁾	—	125	130 ⁽¹⁾
b)	A.C. windings of machines having outputs above 200 kW (or kVA), but less than 5000 kW (or kVA)	—	60	65 ⁽¹⁾	—	75	—	—	80	90 ⁽¹⁾	—	105	110 ⁽¹⁾	—	125	130 ⁽¹⁾
c)	A.C. windings of machines having outputs of 200 kW (or kVA) or less, other than those in Item No. 1 d) or 1 e) ⁽²⁾	—	60	—	—	75	—	—	80	—	—	105	—	—	125	—
d)	A.C. windings of machines having rated outputs of less than 600 W (or VA) ⁽²⁾	—	65	—	—	75	—	—	85	—	—	110	—	—	130	—
e)	A.C. windings of machines which are self-cooled without fan (IC 40) and/or with encapsulated windings ⁽²⁾	—	65	—	—	75	—	—	85	—	—	110	—	—	130	—
2	Windings of armatures having commutators	50	60	—	65	75	—	70	80	—	85	105	—	105	125	—
3	Field winding of a.c. and d.c. machines having d.c. excitation other than those in Item 4	50	60	—	65	75	—	70	80	—	85	105	—	105	125	—
4																
a)	Field windings of synchronous machines with cylindrical rotors having d.c. excitation winding embedded in slots except synchronous induction motors	—	—	—	—	—	—	—	90	—	—	110	—	—	135	—
b)	Stationary field windings of d.c. machines having more than one layer	50	60	—	65	75	—	70	80	90	85	105	110	105	125	135
c)	Low resistance field winding of a.c. and d.c. machines and compensating windings of d.c. machines having more than one layer	60	60	—	75	75	—	80	80	—	100	100	—	125	125	—
d)	Single-layer windings of a.c. and d.c. machines with exposed bare or varnished metal surfaces and single-layer compensating windings of d.c. machines ⁽³⁾	65	65	—	80	80	—	90	90	—	110	110	—	135	135	—
5	Permanently short-circuited windings	The temperature rise of any part shall not be detrimental to the insulation of that part or to any other part adjacent to it														
6	Commutators and slip-rings and their brushes and brushgear	The temperature rise of any part shall not be detrimental to the insulation of that part or to any other part adjacent to it. Additionally, the temperature rise shall not exceed that at which the combination of brush grade and commutator/slip-ring material can handle the current over the complete operating range														
7	Magnetic cores and all structural components, whether or not in direct contact with insulation (excluding bearings)	The temperature rise of any part shall not be detrimental to the insulation of that part or to any other part adjacent to it														

⁽¹⁾ A correction for high-voltage a.c. winding may be applicable to these items (see Sub-clause 16.2.1).

⁽²⁾ With application of the superposition test method to windings of machines rated 200 kW (or kVA) or less with insulation classes A, E, B and F the limits of temperature rise given for the resistance method may be exceeded by 5 K.

⁽³⁾ Also includes multiple layer windings provided that the under layers are each in contact with the circulating primary coolant.

TABLEAU II

Limites des échauffements des machines a refroidissement indirect par hydrogene

Point n	Partie de la machine	Classification thermique							
		A		E		B		F	
		Méthode de mesure		Méthode de mesure		Méthode de mesure		Méthode de mesure	
		Résistance (K)	IIT (K)	Résistance (K)	IIT (K)	Résistance (K)	IIT (K)	Résistance (K)	IIT (K)
1	Enroulements a courant alternatif de machines de puissance égale ou supérieure a 5 000 kW (ou kVA), ou dont la longueur du noyau axial est égale ou supérieure a 1 m <i>Pression absolue d'hydrogene⁽¹⁾</i> ≤ 150 kPa (1,5 bar) > 150 kPa ≤ 200 kPa (2,0 bar) > 200 kPa ≤ 300 kPa (3,0 bar) > 300 kPa ≤ 400 kPa (4,0 bar) > 400 kPa (4,0 bar)	— — — — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	85 ⁽²⁾ 80 ⁽²⁾ 76 ⁽²⁾ 73 ⁽²⁾ 70 ⁽²⁾	— — — — —	105 ⁽²⁾ 100 ⁽²⁾ 96 ⁽²⁾ 93 ⁽²⁾ 90 ⁽²⁾
2									
a)	Enroulements a courant alternatif de machines de puissance inférieure a 5 000 kW (ou kVA) et dont la longueur du noyau axial est inférieure a 1 m	60	65 ⁽²⁾	75	80 ⁽²⁾	80	85 ⁽²⁾	100	105 ⁽²⁾
b)	Enroulements d'excitation a courant continu des machines a courant alternatif et a courant continu autres que celles des points 3 et 4	60	—	75	—	80	—	105	—
3	Enroulements d'excitation a courant continu des turbo-machines	—	—	—	—	85	—	105	—
4									
a)	Enroulements d'excitation de faible resistance, a plus d'une couche, et enroulements de compensation	60	—	75	—	80	—	100	—
b)	Enroulements a une couche avec surfaces exposees nues ou en metal vernis ⁽³⁾	65	—	80	—	90	—	110	—
5	Enroulements continuellement fermes sur eux-memes	L'échauffement de toute partie ne doit pas être préjudiciable a l'isolation de cette partie ou de toute autre partie avoisinante							
6	Collecteurs, bagues et leurs balais et porte-balais	L'échauffement de toute partie ne doit pas être préjudiciable a l'isolation de cette partie ou de toute autre partie avoisinante. De plus, l'échauffement ne doit pas dépasser celui qui permet d'assurer le passage du courant dans toute la plage de fonctionnement, grace a la combinaison de la qualité des balais et du matériau du collecteur ou des bagues							
7	Circuits magnetiques et tous éléments de structure, qu'ils soient ou non en contact direct avec l'isolation (à l'exclusion des paliers)	L'échauffement de toute partie ne doit pas être préjudiciable a l'isolation de cette partie ou de toute autre partie avoisinante							

⁽¹⁾ Ce point est le seul pour lequel l'échauffement admissible dépend de la pression d'hydrogene.

⁽²⁾ Une correction doit être faite dans le cas des enroulements a courant alternatif a haute tension (voir paragraphe 16.2.2).

⁽³⁾ Comprend également les enroulements d'excitation a plusieurs couches, a condition que les couches inférieures soient chacune en contact avec le fluide de refroidissement primaire en circulation.

TABLE II

Limits of temperature rise of machines indirectly cooled by hydrogen

Item No.	Part of machine	Thermal classification							
		A Method of measurement		E Method of measurement		B Method of measurement		F Method of measurement	
		Resistance (K)	ETD (K)	Resistance (K)	ETD (K)	Resistance (K)	ETD (K)	Resistance (K)	ETD (K)
1	A.C. windings of machines having output of 5 000 kW (or kVA) or more, or having a core length of 1 m or more <i>Absolute hydrogen pressure⁽¹⁾</i> ≤ 150 kPa (1,5 bar) — — — — — 85⁽²⁾ — 105⁽²⁾ > 150 kPa ≤ 200 kPa (2,0 bar) — — — — — 80⁽²⁾ — 100⁽²⁾ > 200 kPa ≤ 300 kPa (3,0 bar) — — — — — 76⁽²⁾ — 96⁽²⁾ > 300 kPa ≤ 400 kPa (4,0 bar) — — — — — 73⁽²⁾ — 93⁽²⁾ > 400 kPa (4,0 bar) — — — — — 70⁽²⁾ — 90⁽²⁾	—	—	—	—	—	—	—	—
2	A.C. windings of machines having output less than 5 000 kW (or kVA) and having a core length less than 1 m	60	65 ⁽²⁾	75	80 ⁽²⁾	80	85 ⁽²⁾	100	105 ⁽²⁾
	D.C. field windings of a.c. and d.c. machines other than those in Items Nos. 3 and 4	60	—	75	—	80	—	105	—
3	Field windings of turbine-type machines having d.c. excitation	—	—	—	—	85	—	105	—
4	Low-resistance field windings of more than one layer, and compensating windings	60	—	75	—	80	—	100	—
	Single-layer windings with exposed bare or varnished metal surfaces ⁽³⁾	65	—	80	—	90	—	110	—
5	Permanently short-circuited windings	The temperature rise of any part shall not be detrimental to the insulation of that part or to any other part adjacent to it							
6	Commutators and slip-rings and their brushes and brush holders	The temperature rise of any part shall not be detrimental to the insulation of that part or to any other part adjacent to it. Additionally, the temperature rise shall not exceed that at which the combination of brush grade and commutator/slip-ring material can handle the current complete over the operating range							
7	Magnetic cores and all structural components, whether or not in direct contact with insulation (excluding bearings)	The temperature rise of any part shall not be detrimental to the insulation of that part or to any other part adjacent to it							

⁽¹⁾ This is the only item where the permissible temperature rise is dependent on hydrogen pressure.⁽²⁾ A correction for high voltage a.c. windings is applicable to these items (see Sub-clause 16.2.2).⁽³⁾ Also includes multiple-layer field windings provided that the underlayers are each in contact with the circulating primary coolant.

TABLEAU III

Limites des températures des machines à refroidissement direct et de leurs fluides de refroidissement

Point n	Partie de la machine	Classification thermique					
		B Méthode de mesure			F Méthode de mesure		
		Thermomètre (°C)	Résistance (°C)	IIT (°C)	Thermomètre (°C)	Résistance (°C)	IIT (°C)
1	Fluide de refroidissement à la sortie des enroulements à courant alternatif refroidis directement. Il est préférable d'utiliser ces valeurs, plutôt que celles du point 2, pour la définition des caractéristiques assignées						
a)	Gaz (air, hydrogène, hélium, etc.)	110	—	—	130	—	—
b)	Eau	90	—	—	90	—	—
2	Enroulements à courant alternatif						
a)	Refroidis par un gaz	—	—	120	—	—	145
b)	Refroidis par un liquide	—	—	—	—	—	—
3	Enroulements d'excitation des turbo-machines						
a)	Refroidis par un gaz sortant du rotor par le nombre suivant de zones de sortie ⁽¹⁾ :						
	1 et 2	—	100	—	—	115	—
	3 et 4	—	105	—	—	120	—
	6	—	110	—	—	125	—
	8-14	—	115	—	—	130	—
	plus de 14	—	120	—	—	135	—
b)	Refroidis par un liquide	L'observation des températures maximales du fluide de refroidissement spécifiées au point 1 b) assure que la température aux points chauds de l'enroulement n'est pas excessive					
4	Enroulements d'excitation à courant continu des machines à courant alternatif et à courant continu, autres que ceux du point 3						
a)	Refroidis par un gaz	—	130	—	—	150	—
b)	Refroidis par un liquide	L'observation des températures maximales du fluide de refroidissement spécifiées au point 1 b) assure que la température aux points chauds de l'enroulement n'est pas excessive					
5	Enroulements continuellement fermes sur eux-mêmes	La température de toute partie ne doit pas être préjudiciable à l'isolation de cette partie ou de toute autre partie avoisinante					
6	Collecteurs, bagues et leurs balais et porte-balais	La température de toute partie ne doit pas être préjudiciable à l'isolation de cette partie ou de toute autre partie avoisinante. De plus, la température ne doit pas dépasser celle qui permet d'assurer le passage du courant dans toute la plage de fonctionnement, grâce à la combinaison de la qualité des balais et du matériau du collecteur ou des bagues					
7	Circuits magnétiques et tous éléments de structure, qu'ils soient ou non en contact direct avec l'isolation (à l'exclusion des paliers)	La température de toute partie ne doit pas être préjudiciable à l'isolation de cette partie ou de toute autre partie avoisinante					

⁽¹⁾ La ventilation du rotor est caractérisée par le nombre de zones de sorties radiales sur toute la longueur du rotor. Les zones spéciales de sortie du fluide de refroidissement dans les têtes de bobines sont comptées à raison d'une sortie à chaque extrémité. La zone de sortie commune de deux courants dirigés en sens inverse est comptée pour deux zones.

TABLE III

Limits of temperature of directly cooled machines and their coolants

Item No.	Part of machine	Thermal classification					
		B Method of measurement			F Method of measurement		
		Thermometer (°C)	Resistance (°C)	ETD (°C)	Thermometer (°C)	Resistance (°C)	ETD (°C)
1	Coolant at the outlet of directly-cooled a.c. windings. These temperatures are preferred to the values given in Item No. 2 as the basis of rating						
a)	Gas (air, hydrogen, helium, etc.)	110	—	—	130	—	—
b)	Water	90	—	—	90	—	—
2	A.C. windings						
a)	Gas cooled	—	—	120	—	—	145
b)	Liquid cooled	—	—	—	—	—	—
3	Field windings of turbine-type machines						
a)	Cooled by gas leaving the rotor through the following number of outlet regions ⁽¹⁾ :						
	1 and 2	—	100	—	—	115	—
	3 and 4	—	105	—	—	120	—
	6	—	110	—	—	125	—
	8-14	—	115	—	—	130	—
	above 14	—	120	—	—	135	—
b)	Liquid cooled	Observance of the maximum coolant temperatures given in Item No. 1 b) will ensure that the hotspot temperature of the winding is not excessive					
4	Field windings of a.c. and d.c. machines having d.c. excitation other than in Item No. 3						
a)	Gas cooled	—	130	—	—	150	—
b)	Liquid cooled	Observance of the maximum coolant temperatures given in Item No. 1 b) will ensure that the hotspot temperature of the winding is not excessive					
5	Permanently short-circuited windings	The temperature of any part shall not be detrimental to the insulation of that part or to any other part adjacent to it					
6	Commutators and slip-rings and their brushes and brush holders	The temperature of any part shall not be detrimental to the insulation of that part or to any other part adjacent to it. Additionally, the temperature shall not exceed that at which the combination of brush grade and commutator/slip-ring material can handle the current over the complete operating range.					
7	Magnetic cores and all structural components, whether or not in direct contact with insulation (excluding bearings)	The temperature of any part shall not be detrimental to the insulation of that part or to any other part adjacent to it					

⁽¹⁾ The rotor ventilation is classified by the number of radial outlet regions on the total length of the rotor. Special outlet regions for the coolant of the end windings are included as one outlet for each end. The common outlet region of two axially opposed cooling flows is to be counted as two regions.