

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60034-1

1996

AMENDEMENT 2
AMENDMENT 2
1999-05

Amendement 2

Machines électriques tournantes –

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

Amendment 2

Rotating electrical machines –

**Part 1:
Rating and performance**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapports de vote
2/1031/FDIS	2/1058/RVD
2/1055/FDIS	2/1070/RVD
2/1056/FDIS	2/1071/RVD

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

SOMMAIRE

Page 4

Remplacer le titre de l'article 8.1 par le nouveau titre suivant:

8.1 Essais de tension de tenue

Page 12

1.2 Références normatives

Ajouter à la liste existante les titres des normes suivantes:

CEI 60060, *Techniques des essais à haute tension*

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 61293:1994, *Marquage des matériels électriques avec des caractéristiques assignées relatives à l'alimentation électrique – Prescriptions de sécurité*

Page 14

2.1 valeur assignée

Ajouter la note suivante:

NOTE – La tension assignée ou plage de tensions assignées est la tension assignée ou plage de tensions assignées entre phases aux bornes.

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

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

FDIS	Reports on voting
2/1031/FDIS	2/1058/RVD
2/1055/FDIS	2/1070/RVD
2/1056/FDIS	2/1071/RVD

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

CONTENTS

Page 5

Replace the title of clause 8.1 by the following new title:

8.1 Withstand voltage test

Page 13

1.2 Normative references

Insert in the existing list the title of the following standards:

IEC 60060, *High-voltage test techniques*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 61293:1994, *Marking of electrical equipment with ratings related to electrical supply – Safety requirements*

Page 15

2.1 rated value

Add the following note:

NOTE – The rated voltage or voltage range is the rated voltage or voltage range between lines at the terminals.

Page 18

2.25 équilibre thermique

Ajouter la note suivante:

NOTE – On peut déterminer l'équilibre thermique à partir d'un tracé de l'échauffement en fonction du temps, lorsque les droites entre points pris en début et fin de chacun de deux intervalles de temps raisonnables successifs ont une pente de moins de 2 K par heure.

Page 20

3.2 Services types

Supprimer l'alinéa qui suit ce titre.

Page 26

4.1 Attribution des caractéristiques assignées

Remplacer le deuxième alinéa de cet article par le texte suivant:

Quand des composants auxiliaires (tels que des inductances, des capacités, etc.) sont insérés par le fabricant en tant qu'éléments de la machine, les valeurs assignées doivent se rapporter aux bornes d'alimentation de l'ensemble complet.

Page 28

4.2.3 Caractéristiques assignées pour service périodique

Pas de changement dans le texte français.

Page 30

4.2.6 Caractéristiques assignées pour charge équivalente

Remplacer le texte de ce paragraphe par le texte suivant:

Caractéristiques assignées auxquelles, à des fins d'essais, la machine peut fonctionner à charge constante jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint et qui conduisent au même échauffement de l'enroulement statorique qu'à la fin de l'essai en services type.

NOTE – Pour déterminer des caractéristiques assignées du type équivalent, il convient de prendre en compte les charge, vitesse et refroidissement variables du cycle de service.

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

Page 19

2.25 thermal equilibrium

Add the following note:

NOTE – Thermal equilibrium may be determined from the time-temperature rise plot when the straight lines between points at the beginning and end of two successive reasonable intervals each have a gradient of less than 2 K per hour.

Page 21

3.2 Duty types

Delete the paragraph under this heading.

Page 27

4.1 Assignment of rating

Replace the second paragraph of this clause with the following new paragraph:

When accessory components (such as reactors, capacitors, etc.) are connected by the manufacturer as part of the machine, the rated values shall refer to the supply terminals of the whole arrangement.

Page 29

4.2.3 Rating for periodic duty

Replace the third paragraph of this subclause with the following new paragraph:

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

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

Page 31

4.2.6 Rating for equivalent loading

Replace the text of this subclause with the following new text:

A rating, for test purposes, at which the machine may be operated at constant load until thermal equilibrium is reached and which results in the same stator winding temperature rise as at the end of the test on the specified duty type.

NOTE – The determination of an equivalent rating should take account of the varying load, speed and cooling of the duty cycle.

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

4.5.2 Alternateurs

Remplacer le deuxième alinéa de ce paragraphe par le texte suivant:

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

Page 32

4.6 Tension assignée

4.6.1 Généralités

Supprimer ce paragraphe et renuméroter les paragraphes 4.6.2 et 4.6.3 en 4.6.1 et 4.6.2 respectivement.

Page 36

6.1 Alimentation électrique

Supprimer le premier alinéa.

Remplacer le deuxième alinéa et la note de cet article par les textes suivants:

Pour les machines triphasées à courant alternatif, 50 Hz ou 60 Hz, destinées à être directement reliées à un réseau de distribution ou d'utilisation, les tensions assignées doivent être déduites des tensions nominales données dans la CEI 60038.

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

Page 40

6.2.4 Moteurs à courant continu alimentés par convertisseurs statiques de puissance

Supprimer la note de ce paragraphe, en page 42.

Page 44

6.4 Machines triphasées à courant alternatif fonctionnant sur réseaux isolés

Remplacer le texte de cet article par le texte suivant:

Les machines triphasées à courant alternatif doivent être capables de fonctionner en marche continue avec le neutre à un potentiel proche ou égal à celui de la terre. Elles doivent être aussi capables de fonctionner sur des réseaux isolés ayant une phase au potentiel de la terre pendant des périodes de courtes durées très peu fréquentes, par exemple telles que nécessaires pour affranchir normalement le défaut. S'il est prévu de faire fonctionner la machine en permanence, ou pendant de longues périodes, dans ces conditions, il est indispensable de prévoir une machine spéciale avec le niveau d'isolement approprié.

4.5.2 AC generators

Replace the second paragraph of this subclause with the following new paragraph:

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

Page 33

4.6 Rated voltage

4.6.1 General

Delete this subclause and renumber subclauses 4.6.2 and 4.6.3 as 4.6.1 and 4.6.2, respectively.

Page 37

6.1 Electrical supply

Delete the first paragraph.

Replace the second paragraph and note with the following new paragraph and note:

For three-phase a.c. machines, 50 Hz or 60 Hz, intended to be directly connected to distribution or utilisation systems, the rated voltages shall be derived from the nominal voltages given in IEC 60038.

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

Page 41

6.2.4 DC motors supplied from static power converters

Delete the note of this subclause on page 43.

Page 45

6.4 Three-phase a.c. machines operating on unearthed systems

Replace the existing clause with the following new clause:

Three-phase a.c. machines shall be suitable for continuous operation with the neutral at or near earth potential. They shall also be suitable for operation on unearthed systems with one line at earth potential for infrequent periods of short duration, for example as required for normal fault clearance. If it is intended to run the machine continuously or for prolonged periods in this condition, a machine with a level of insulation suitable for this condition will be required.

Si les enroulements n'ont pas une isolation identique côté phase et côté neutre, cela doit être spécifié par le constructeur.

NOTE – Il convient que la mise à la terre ou l'interconnexion des points neutres de machines ne soit jamais effectuée sans consultation des constructeurs des machines, à cause des dangers de circulation de courants homopolaires de toutes fréquences dans certaines conditions de fonctionnement et des risques d'incidents mécaniques sur les enroulements lors de défauts entre phase et neutre.

Page 50

7.4 Echauffement d'un élément de machine

Remplacer les deuxième et troisième alinéas de cet article par le texte suivant:

Pour la comparaison avec les limites des échauffements (voir tableau 6 ou 7) ou des températures (voir tableau 11), lorsque cela est possible la température doit être mesurée immédiatement avant qu'on arrête la machine à la fin de l'essai thermique, comme cela est défini à l'article 7.7.

Lorsque cela n'est pas possible, par exemple lors du mesurage direct par la méthode de variation de résistance, voir 7.6.2.3.

7.5.3 Méthode par thermomètre

Remplacer le texte de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

La température est mesurée au moyen de thermomètres appliqués sur les surfaces accessibles de la machine terminée. Le terme «thermomètre» s'applique non seulement aux thermomètres à réservoir, mais aussi aux couples thermoélectriques et thermomètres à résistance externes. Lorsque des thermomètres à réservoir sont utilisés en des points où il existe un champ magnétique intense, variable ou mobile, des thermomètres à alcool doivent être utilisés de préférence aux thermomètres à mercure.

Page 52

7.6.1 Choix de la méthode

Supprimer le point d) du sixième alinéa.

Page 58

7.6.4 Détermination par la méthode du thermomètre

Remplacer le texte de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Lorsqu'on utilise un couple thermoélectrique ou thermomètre à résistance externe, il ne doit pas être placé à un point inaccessible à un thermomètre à réservoir.

On doit s'efforcer, autant que cela est compatible avec la sécurité, de placer les thermomètres aux points présumés les plus chauds (par exemple dans les développantes à proximité du circuit magnétique) de façon qu'ils soient efficacement protégés du contact avec le fluide de refroidissement primaire et qu'ils soient en bon contact thermique avec l'enroulement ou autre élément de machine.

If the winding does not have the same insulation at the line and neutral ends, this shall be stated by the manufacturer.

NOTE – The earthing or interconnection of the machine's neutral points should not be undertaken without consulting the machine manufacturer because of the danger of zero-sequence components of currents of all frequencies under some operating conditions and the risk of mechanical damage to the windings under line-to-neutral fault conditions.

Page 51

7.4 Temperature rise of a part of a machine

Replace the second and third paragraphs of this clause with the following text:

For comparison with the limits of temperature rise (see table 6 or 7) or of temperature (see table 11), when possible, the temperature shall be measured immediately before the machine is shut down at the end of the thermal test, as described in clause 7.7.

When this is not possible, e.g. when using the direct measurement of resistance method, see 7.6.2.3.

7.5.3 Thermometer method

Replace the existing subclause with the following new subclause:

The temperature is determined by thermometers applied to accessible surfaces of the completed machine. The term 'thermometer' includes not only bulb-thermometers, but also non-embedded thermocouples and resistance thermometers. When bulb-thermometers are used in places where there is a strong varying or moving magnetic field, alcohol thermometers shall be used in preference to mercury thermometers.

Page 53

7.6.1 Choice of method

Delete indent d) from the enumeration in the sixth paragraph.

Page 59

7.6.4 Determination by the thermometer method

Replace the existing subclause with the following new subclause:

When a non-embedded thermocouple or a resistance thermometer is used, it shall not be placed at a point inaccessible to a bulb thermometer.

All reasonable efforts, consistent with safety, shall be made to place thermometers at the point, or points where the highest temperatures are likely to occur (e.g. in the end windings close to the core iron) in such a manner that they are effectively protected against contact with the primary coolant and are in good thermal contact with the winding or other part of the machine.

Quel que soit le thermomètre, la lecture la plus élevée doit être prise comme valeur de la température de l'enroulement ou de l'élément de machine.

7.8 Détermination de la constante de temps thermique équivalente des machines pour service type S9

Supprimer la note de cet article, en page 60.

Page 62

7.10.1 Enroulements à refroidissement indirect

Remplacer le troisième alinéa de ce paragraphe, y compris le texte en retrait, par le nouveau texte suivant:

En cas de lectures par thermomètre effectuées selon 7.6.1, la limite d'échauffement doit être conforme au tableau 6.

Page 64

Tableau 6 – Limites d'échauffement des enroulements à refroidissement indirect par l'air

Remplacer le tableau existant par le nouveau tableau suivant:

The highest reading from any thermometer shall be taken to be the temperature of the winding or other part of the machine.

7.8 Determination of the thermal equivalent time constant for machines of duty type S9

Delete the note of this clause on page 61.

Page 63

7.10.1 Indirect cooled windings

Replace the third paragraph of this subclause, including the enumeration with the following new paragraph:

In the case of thermometer readings made in accordance with 7.6.1, the limit of temperature rise shall be according to table 6.

Page 65

Table 6 – Limits of temperature rise of windings indirectly cooled by air

Replace the existing table with the following new table:

Tableau 6 – Limites d'échauffement des enroulements à refroidissement indirect par l'air

Classification thermique		A			E			B			F			H		
Méthode de mesure		Th	R	IIT	Th	R	IIT	Th	R	IIT	Th	R	IIT	Th	R	IIT
		Th = Thermomètre, R = Résistance, IIT = Indicateur interne de température														
Point	Partie de la machine															
1a)	Enroulements à courant alternatif de machines de puissance supérieure ou égale à 5 000 kW (ou kVA)	–	60	65 ¹⁾	–	–	–	–	80	85 ¹⁾	–	100	105 ¹⁾	–	125	130 ¹⁾
1b)	Enroulements à courant alternatif de machines de puissance supérieure à 200 kW (ou kVA), mais inférieure à 5 000 kW (ou kVA)	–	60	65 ¹⁾	–	75	–	–	80	90 ¹⁾	–	105	110 ¹⁾	–	125	130 ¹⁾
1c)	Enroulements à courant alternatif de machines de puissance inférieure ou égale à 200 kW (ou kVA) autres que ceux des points 1d) ou 1e) ²⁾	–	60	–	–	75	–	–	80	–	–	105	–	–	125	–
1d)	Enroulements à courant alternatif de machines de puissance inférieure à 600 W (ou VA) ²⁾	–	65	–	–	75	–	–	85	–	–	110	–	–	130	–
1e)	Enroulements à courant alternatif de machines qui sont refroidies naturellement, sans ventilateur (IC40) et/ou à enroulements enrobés ³⁾	–	65	–	–	75	–	–	85	–	–	110	–	–	130	–
2	Enroulements d'induit reliés à des collecteurs	50	60	–	65	75	–	70	80	–	85	105	–	105	125	–
3	Enroulements d'excitation à courant continu des machines à courant alternatif et à courant continu, autres que ceux du point 4	50	60	–	65	75	–	70	80	–	85	105	–	105	125	–
4a)	Enroulements d'excitation à courant continu des machines synchrones à rotor cylindrique, dont un enroulement est logé dans l'encoche, excepté les moteurs synchrones à induction	–	–	–	–	–	–	–	90	–	–	110	–	–	135	–
4b)	Enroulements isolés fixes d'excitation à plus d'une couche des machines à courant continu	50	60	–	65	75	–	70	80	90	85	105	110	105	125	135
4c)	Enroulements d'excitation de faible résistance ayant plus d'une couche des machines à courant alternatif et à courant continu, et enroulements de compensation des machines à courant continu	60	60	–	75	75	–	80	80	–	100	100	–	125	125	–
4d)	Enroulements à une seule couche des machines à courant alternatif et à courant continu avec surfaces exposées nues ou en métal verni ³⁾	65	65	–	80	80	–	90	90	–	110	110	–	135	135	–

1) Une correction peut être effectuée dans le cas des enroulements à courant alternatif à haute tension (voir point 4 du tableau 8).

2) Lors de l'application de la méthode d'essai par superposition à des enroulements de machines de puissance inférieure ou égale à 200 kW (ou kVA) avec des classes thermiques A, B, E 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 à plusieurs couches, à condition que les couches inférieures soient chacune en contact avec le fluide de refroidissement primaire en circulation.

	Th
Th = Thermometer, R = Resistance, ETD = Embedded temperature detector	K
t of machine	
ng outputs of 5 000 kW (or kVA) or	–
ng outputs above 200 kW (or kVA), but	–
ng outputs of 200 kW (or kVA) or less, or 1e) ²⁾	–
ng rated outputs of less than 600 W (or	–

70	80	90	85	100
80	80	—	100	100
90	90	—	110	110

... with thermal classes A, B, E and F, the
 primary coolant.

Page 68

Tableau 8

Remplacer les points 1 et 4 du tableau 8 par ce qui suit:

1	Température maximale de l'air ambiant ou de l'air à l'entrée de la machine (θ_c)	$0\text{ °C} \leq \theta_c \leq 40\text{ °C}$	Peuvent être augmentées par accord, mais cette augmentation ne doit dépasser ni la différence de température entre la température du fluide de refroidissement et 40 °C , ni un maximum de 30 K.
		$40\text{ °C} < \theta_c \leq 60\text{ °C}$	Réduites de la différence entre la température du fluide de refroidissement et 40 °C
		$\theta_c < 0\text{ °C}$ ou $\theta_c > 60\text{ °C}$	Par accord
4	Tension assignée (U_N)	$11\text{ kV} < U_N \leq 17\text{ kV}$ $U_N > 17\text{ kV}$	$\Delta\theta$, pour les indicateurs internes de température (IIT) doivent être réduites de 1 K par tranche (ou fraction de tranche) à partir de 11 kV jusqu'à 17 kV compris $\Delta\theta$, pour les indicateurs internes de température (IIT) doivent être réduites de 6 K et en plus réduites de 1,5 K par tranche (ou fraction de tranche) au-dessus de 17 kV

Page 72

Tableau 10

Remplacer le point 2 du tableau 10, par ce qui suit:

2	Différence d'altitude entre site d'essai (H_T) et site de fonctionnement (H)	$1\ 000\text{ m} < H \leq 4\ 000\text{ m}$ $H_T < 1\ 000\text{ m}$	$\Delta\theta_T = \Delta\theta \left(1 - \frac{H - 1\ 000\text{ m}}{10\ 000\text{ m}} \right)$
		$H < 1\ 000\text{ m}$ $1\ 000\text{ m} < H_T \leq 4\ 000\text{ m}$	$\Delta\theta_T = \Delta\theta \left(1 + \frac{H_T - 1\ 000\text{ m}}{10\ 000\text{ m}} \right)$
		$1\ 000\text{ m} < H \leq 4\ 000\text{ m}$ $1\ 000\text{ m} < H_T \leq 4\ 000\text{ m}$	$\Delta\theta_T = \Delta\theta \left(1 + \frac{H_T - H}{10\ 000\text{ m}} \right)$
		$H > 4\ 000\text{ m}$ ou $H_T > 4\ 000\text{ m}$	Par accord

Page 69

Table 8

Replace the text of items 1, 2 and 4 with the following new text:

1	Maximum temperature of ambient air or of the air at inlet to the machine (θ_c)	$0\text{ °C} \leq \theta_c \leq 40\text{ °C}$	May be increased by agreement but this increase shall not exceed either the amount by which the coolant temperature is less than 40 °C , or a maximum of 30 K
		$40\text{ °C} < \theta_c \leq 60\text{ °C}$	Reduced by the amount by which the coolant temperature exceeds 40 °C
		$\theta_c < 0\text{ °C}$ or $\theta_c > 60\text{ °C}$	By agreement
2	Maximum temperature of the water at inlet to water-cooled heat exchangers (θ_w)	$5\text{ °C} \leq \theta_w \leq 25\text{ °C}$	Increased by 10 K and may be further increased by an amount not exceeding the amount by which the cooling temperature is less than 25 °C
		$\theta_w > 25\text{ °C}$	Increased by 10 K and reduced by the amount by which the maximum cooling water temperature exceeds 25 °C
4	Rated stator winding voltage (U_N)	$11\text{ kV} < U_N \leq 17\text{ kV}$	$\Delta\theta$ for embedded temperature detectors (ETD) shall be reduced by 1 K for each 1 kV (or part thereof) from 11 kV up to and including 17 kV
		$U_N > 17\text{ kV}$	$\Delta\theta$ for embedded temperature detectors (ETD) shall be reduced by 6 K plus 1,5 K for each 1 kV (or part thereof) above 17 kV

Page 73

Table 10

Replace the text of item 2 with the following new text:

2	Difference of altitudes of test site (H_T) and operating site (H)	$1\ 000\text{ m} < H \leq 4\ 000\text{ m}$ $H_T < 1\ 000\text{ m}$	$\Delta\theta_T = \Delta\theta \left(1 - \frac{H - 1\ 000\text{ m}}{10\ 000\text{ m}} \right)$
		$H < 1\ 000\text{ m}$ $1\ 000\text{ m} < H_T \leq 4\ 000\text{ m}$	$\Delta\theta_T = \Delta\theta \left(1 + \frac{H_T - 1\ 000\text{ m}}{10\ 000\text{ m}} \right)$
		$1\ 000\text{ m} < H \leq 4\ 000\text{ m}$ $1\ 000\text{ m} < H_T \leq 4\ 000\text{ m}$	$\Delta\theta_T = \Delta\theta \left(1 + \frac{H_T - H}{10\ 000\text{ m}} \right)$
		$H > 4\ 000\text{ m}$ or $H_T > 4\ 000\text{ m}$	By agreement

Page 76

Tableau 12

Remplacer le point 1 du tableau 12, par ce qui suit:

1	Température du fluide de refroidissement de référence (θ_c)	$0\text{ °C} \leq \theta_c \leq 40\text{ °C}$	Réduites de la différence entre 40 °C et θ_c . Cependant par accord, une réduction inférieure peut être effectuée, sous réserve que si $\theta_c < 10\text{ °C}$, la réduction soit au moins égale à la différence entre 10 °C et θ_c
		$40\text{ °C} < \theta_c \leq 60\text{ °C}$	Pas de correction
		$\theta_c < 0\text{ °C}$ ou $\theta_c > 60\text{ °C}$	Par accord

Tableau 13

Remplacer le point 2 du tableau 13 par ce qui suit:

2	Différence d'altitude entre site d'essai (H_T) et site de fonctionnement (H)	$1\ 000\text{ m} < H \leq 4\ 000\text{ m}$ $H_T < 1\ 000\text{ m}$	$\theta_T = (\theta - \theta_c) \left(1 - \frac{H - 1\ 000\text{ m}}{10\ 000\text{ m}} \right) + \theta_{cT}$
		$H < 1\ 000\text{ m}$ $1\ 000\text{ m} < H_T \leq 4\ 000\text{ m}$	$\theta_T = (\theta - \theta_c) \left(1 + \frac{H_T - 1\ 000\text{ m}}{10\ 000\text{ m}} \right) + \theta_{cT}$
		$1\ 000\text{ m} < H \leq 4\ 000\text{ m}$ $1\ 000\text{ m} < H_T \leq 4\ 000\text{ m}$	$\theta_T = (\theta - \theta_c) \left(1 + \frac{H_T - H}{10\ 000\text{ m}} \right) + \theta_{cT}$
		$H > 4\ 000\text{ m}$ ou $H_T > 4\ 000\text{ m}$	Par accord

Page 78

8.1 Essais diélectriques

Remplacer le titre et le premier alinéa de cet article par ce qui suit:

8.1 Essais de tension de tenue

Une tension d'essai telle que définie ci-après doit être appliquée entre les enroulements soumis à l'essai et la carcasse de la machine à laquelle sont reliés le circuit magnétique et les enroulements non soumis à l'essai. L'essai ne doit être effectué que sur une machine neuve et terminée, dont toutes les parties sont en place dans des conditions équivalentes aux conditions normales de fonctionnement; il doit être effectué dans l'atelier du constructeur ou après montage sur site. Si un essai d'échauffement est effectué, l'essai de tension de tenue doit être effectué immédiatement après cet essai.

Remplacer le troisième alinéa de cet article par le nouveau texte suivant:

Sauf exception ci-dessous, la tension d'essai doit être à fréquence industrielle et de forme pratiquement sinusoïdale. La valeur finale de la tension d'essai doit être conforme au tableau 14. Toutefois, pour les machines de tension assignée égale ou supérieure à 6 kV, lorsque la disponibilité d'une installation d'essai à fréquence industrielle n'existe pas et après accord, l'essai peut être effectué en tension continue, à un niveau égal à 1,7 fois la valeur efficace spécifiée au tableau 14.

NOTE – Il est reconnu que, lors d'un essai en tension continue, la distribution de potentiel de surface le long de l'isolation des développantes et les mécanismes de vieillissement sont différents de ceux en tension alternative.

Page 77

Table 12

Replace the text of item 1 with the following new text:

1	Reference coolant temperature (θ_c)	$0\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \theta_c \leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$	Reduction by the amount of the difference between $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and θ_c . However, by agreement, a smaller reduction may be applied, provided that for $\theta_c < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ the reduction is made at least equal to the difference between $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and θ_c .
		$40\text{ }^{\circ}\text{C} < \theta_c \leq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$	No adjustment
		$\theta_c < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ or $\theta_c > 60\text{ }^{\circ}\text{C}$	By agreement

Table 13

Replace the text of item 2 with the following new text:

2	Difference of altitudes of test site (H_T) and operating site (H)	$1\ 000\text{ m} < H \leq 4\ 000\text{ m}$ $H_T < 1\ 000\text{ m}$	$\theta_T = (\theta - \theta_c) \left(1 - \frac{H - 1\ 000\text{ m}}{10\ 000\text{ m}} \right) + \theta_{cT}$
		$H < 1\ 000\text{ m}$ $1\ 000\text{ m} < H_T \leq 4\ 000\text{ m}$	$\theta_T = (\theta - \theta_c) \left(1 + \frac{H_T - 1\ 000\text{ m}}{10\ 000\text{ m}} \right) + \theta_{cT}$
		$1\ 000\text{ m} < H \leq 4\ 000\text{ m}$ $1\ 000\text{ m} < H_T \leq 4\ 000\text{ m}$	$\theta_T = (\theta - \theta_c) \left(1 + \frac{H_T - H}{10\ 000\text{ m}} \right) + \theta_{cT}$
		$H > 4\ 000\text{ m}$ or $H_T > 4\ 000\text{ m}$	By agreement

Page 79

8.1 Dielectric tests

Replace the title and the first paragraph of this clause with the following:

8.1 Withstand voltage test

A test voltage, as specified below, shall be applied between the windings under test and the frame of the machine, with the core and the windings not under test connected to the frame. It shall be applied only to a new and completed machine with all its parts in place under conditions equivalent to normal working conditions and shall be carried out at the manufacturer's works or after erection on site. When a thermal test is carried out, the withstand voltage test shall be carried out immediately after that test.

Replace the third paragraph of this clause with the following new paragraph:

Except as stated below, the test voltage shall be of power frequency and as near as possible to a sine wave form. The final value of the voltage shall be in accordance with table 14. However, for machines with a rated voltage 6 kV or greater, when power frequency equipment is not available, then by agreement a d.c. test may be carried out at a voltage 1,7 times the r.m.s. value given in table 14.

NOTE – It is recognized that, during a d.c. test, the surface potential distribution along the end winding insulation and the ageing mechanisms are different from those occurring during an a.c. test.

Remplacer le quatrième alinéa de cet article par le texte suivant:

L'essai doit être commencé avec une tension ne dépassant pas la moitié de la pleine tension d'essai. La tension est ensuite augmentée jusqu'à la pleine tension d'essai, d'une manière progressive ou par degrés ne dépassant pas 5 % de la pleine valeur, la durée de l'augmentation de la tension depuis la moitié jusqu'à la pleine valeur n'étant pas inférieure à 10 s. La pleine tension d'essai est alors maintenue pendant 1 min à la valeur spécifiée dans le tableau 14. Il ne doit pas y avoir de défaut (voir la CEI 60060-1) pendant cette séquence.

Remplacer le septième alinéa de cet article, y compris la note, par le texte suivant:

Pour les moteurs à courant continu alimentés par convertisseurs statiques de puissance, on doit utiliser, pour déterminer la tension d'essai du tableau 14, la tension continue du moteur ou la valeur efficace de la tension alternative assignée entre phases aux bornes d'entrée du convertisseur statique de puissance, selon la valeur la plus élevée.

Remplacer le neuvième alinéa de cet article par le nouveau texte suivant:

Si un utilisateur et un réparateur ont convenu d'effectuer des essais de tension de tenue dans des cas de rebobinage partiel des enroulements ou de révision d'une machine, il est recommandé de procéder comme suit:

Page 80

Tableau 14 – Essais diélectriques

Remplacer le titre du tableau 14 par le nouveau titre suivant:

Tableau 14 – Essais de tension de tenue

Remplacer le point 8 du tableau 14 en page 82, par le nouveau texte suivant:

8	Ensemble de machines et d'appareils électriquement reliés	Il est recommandé d'éviter si possible la répétition des essais des points 1 à 7, mais si l'essai est fait sur un ensemble de machines et d'appareils dont chacun a déjà subi un essai de tension de tenue, la tension d'essai appliquée à un tel ensemble connecté électriquement ne doit pas dépasser 80 % de la tension la plus basse applicable à l'un des éléments individuels de l'ensemble ⁴⁾
---	---	---

Page 86

Ajouter le nouvel article suivant:

8.5 Vitesse de sécurité en fonctionnement des moteurs à induction à cage

Tous les moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse ayant une désignation de la carcasse inférieure ou égale à 315 et pour des tensions d'alimentation inférieures ou égales à 690 V doivent être capables de fonctionnement continu sûr à des vitesses inférieures ou égales à la vitesse appropriée du tableau 15 sauf indication différente indiquée sur la plaque signalétique.

Replace the fourth paragraph of this clause with the following text:

The test shall be commenced at a voltage not exceeding half of the full test voltage. The voltage shall then be increased to the full value, steadily or in steps of not more than 5 % of the full value, the time allowed for the voltage increase from half to full value being not less than 10 s. The full test voltage shall then be maintained for 1 min in accordance with the value as specified in table 14. There shall be no failure (see IEC 60060-1) during this period.

Replace the seventh paragraph of this clause, including the note, with the following new paragraph:

To determine the test voltage from table 14 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 greater.

Replace the ninth paragraph of this clause with the following new paragraph:

When a user and a repair contractor have agreed to carry out withstand voltage tests in cases where windings have been partially rewound or in the case of an overhauled machine, the following procedure is recommended:

Page 81

Table 14 – Dielectric tests

Replace the title of this table by the following new title:

Table 14 – Withstand voltage tests

Replace the text of item 8 on page 83 with the following new text:

8	Electrically interconnected machines and apparatus	A repetition of the tests in items 1 to 7 above should be avoided if possible, but if a test is performed on a group of machines and apparatus, each having previously passed its withstand voltage test, the test voltage to be applied to such an electrically connected arrangement shall be 80 % of the lowest test voltage appropriate for any individual piece of the arrangement ⁴⁾
---	--	---

Page 87

Add the following new clause:

8.5 Safe operating speed of cage induction motors

All three-phase single-speed cage induction motors of frame number up to and including 315 and for voltages up to and including 690 V shall be capable of safe continuous operation at speeds up to the appropriate speed given in table 15 unless otherwise stated on the rating plate.

**Tableau 15 – Vitesse maximale de sécurité en fonctionnement (min^{-1})
des moteurs triphasés à induction à cage, à une seule vitesse,
pour des tensions d'alimentation inférieures ou égales à 690 V**

Désignation de la carcasse	2 pôles	4 pôles	6 pôles
≤ 100	5 200	3 600	2 400
112	5 200	3 600	2 400
132	4 500	2 700	2 400
160	4 500	2 700	2 400
180	4 500	2 700	2 400
200	4 500	2 300	1 800
225	3 600	2 300	1 800
250	3 600	2 300	1 800
280	3 600	2 300	1 800
315	3 600	2 300	1 800

NOTE – En cas de fonctionnement à des vitesses supérieures à la vitesse assignée, par exemple en cas d'utilisation avec commande de vitesse réglable, les niveaux de bruit et de vibration augmenteront. Il se peut que l'utilisateur ait besoin d'affiner l'équilibrage du rotor du moteur pour un fonctionnement acceptable au-dessus de la vitesse assignée. La durée de vie des paliers peut être réduite. Il convient de porter attention à la périodicité du regraissage ou à la durée de vie de la graisse.

Renommer les articles existants 8.5 à 8.9 de 8.6 à 8.10.

Renommer les tableaux existants 15 à 18 de 16 à 19.

Page 88

Tableau 15 – Survitesse

Remplacer le point 2c) du tableau 15 par le nouveau texte suivant:

2c)	Moteurs à excitation composée ayant une plage de vitesses supérieure à 35 % et moteurs à excitation série	Le constructeur doit attribuer une vitesse maximale de sécurité en fonctionnement qui sera marquée sur la plaque signalétique. La survitesse de ces moteurs sera égale à 1,1 fois cette vitesse maximale de sécurité en fonctionnement. Ce marquage est inutile si la survitesse correspond à 1,1 fois la vitesse à vide à la tension assignée
------------	---	--

Ajouter le nouveau point 1d) suivant au tableau 16:

Point	Type de machines	Prescription de survitesse
1d)	Moteurs triphasés à induction à cage, à une seule vitesse selon l'article 8.5	1,2 fois la vitesse maximale de sécurité en fonctionnement

Table 15 – Maximum safe operating speed (min^{-1}) of three-phase single-speed cage induction motors for voltages up to and including 690 V

Frame number	2 pole	4 pole	6 pole
≤ 100	5 200	3 600	2 400
112	5 200	3 600	2 400
132	4 500	2 700	2 400
160	4 500	2 700	2 400
180	4 500	2 700	2 400
200	4 500	2 300	1 800
225	3 600	2 300	1 800
250	3 600	2 300	1 800
280	3 600	2 300	1 800
315	3 600	2 300	1 800

NOTE – When operating at speeds above rated speed, for example, when used with adjustable speed controls, noise and vibration levels will increase. The user may require to fine balance of the motor rotor for acceptable operation above rated speed. Bearing life may be reduced. Attention should be paid to the regreasing intervals and the grease service life.

Renumber the existing clauses 8.5 to 8.9 to 8.6 to 8.10

Renumber the existing tables 15 to 18 to 16 to 19.

Page 89

Table 15 – Overspeeds

No change to the English text.

Insert the following new item 1d) to table 16:

Item	Machine type	Overspeed
1d)	Three-phase single-speed cage induction motors according to clause 8.5	1,2 times the maximum safe operating speed

Page 90

8.8 Essai de commutation pour machines à collecteur

Remplacer le texte de cet article par le texte suivant:

Une machine à courant continu ou à courant alternatif comportant un collecteur doit être capable de fonctionner de la marche à vide à la marche en surintensité ou excès de couple spécifiée aux articles 8.2 et 8.3, sans dommage permanent à la surface du collecteur ou des balais et sans étincelles dangereuses, les balais restant calés dans la même position. Si possible, l'essai de commutation doit être effectué à chaud.

8.9.1 Généralités

Remplacer le texte de ce paragraphe par le texte suivant:

Les prescriptions du présent paragraphe ne s'appliquent qu'aux machines synchrones de puissance assignée égale ou supérieure à 300 kW (ou kVA), destinées à être raccordées à des réseaux fonctionnant à des fréquences nominales de $16\frac{2}{3}$ Hz à 100 Hz inclus en vue de réduire au minimum les interférences entre les lignes de transport et les circuits adjacents.

Page 92

8.9.3 Essais

Remplacer le premier alinéa de ce paragraphe par le texte suivant:

Les machines synchrones à courant alternatif doivent être soumises à des essais de type ayant pour objet de vérifier leur conformité à 8.9.2. La gamme des fréquences de mesure doit couvrir tous les harmoniques de la fréquence assignée à 5 000 Hz.

Page 96

9.2 Marquage

Remplacer le premier alinéa de cet article par le texte suivant:

Pour les machines de puissance assignée inférieure ou égale à 750 W (ou VA) et dont les dimensions ne relèvent pas du domaine de la CEI 60072, ainsi que pour les machines incorporées, pour usage spécial, de puissance assignée inférieure ou égale à 3 kW (ou kVA), les indications 1, 2, 11 et 12 doivent au moins figurer comme marquage minimal.

Remplacer le point 8) par le texte suivant:

- 8) Classification thermique et limite de température ou d'échauffement (quand elle est inférieure à celle de la classification thermique) et, si nécessaire, méthode de mesure, suivie dans le cas d'une machine à hydroréfrigérant de «P» ou «S», selon que l'échauffement est mesuré par rapport au fluide de refroidissement respectivement primaire ou secondaire; voir l'article 7.2. Cette information, présentée éditorialement avec un trait de fraction oblique, doit être donnée à la fois pour le stator et pour le rotor si leurs classifications thermiques diffèrent.

Page 91

8.8 Commutation test for commutator machines

Replace the text of this clause with the following new text:

A d.c. or a.c. commutator machine shall be capable of operating from no-load to operation with the excess current or excess torque, specified in clauses 8.2 and 8.3 respectively, without permanent damage to the surface of the commutator or brushes and without injurious sparking, the brushes remaining in the same set position. If possible, the commutation test shall be performed in warm conditions.

8.9.1 General

Replace the text of this clause with the following new text:

The requirements of this subclause apply only to synchronous machines having rated outputs of 300 kW (or kVA) or more, intended for connection to power networks operating at nominal frequencies of 16²/₃ Hz to 100 Hz inclusive, with a view to minimizing interference between power lines and adjacent circuits.

Page 93

8.9.3 Tests

Replace the first paragraph of this subclause with the following new paragraph:

Type tests shall be carried out on a.c. machines to verify compliance with 8.9.2. The range of frequencies measured shall cover all harmonics from rated frequency up to 5 000 Hz.

Page 97

9.2 Marking

Replace the first paragraph of this clause with the following new paragraph:

For machines with rated outputs up to and including 750 W (or VA) and dimensions not covered by IEC 60072 and for special-purpose built-in machines with rated outputs up to and including 3 kW (or kVA), items 1, 2, 11 and 12 shall be marked as a minimum.

Replace the text of item 8) with the following new text:

- 8) The thermal classification and the limit of temperature or of temperature rise (when lower than that of the thermal classification) and, if necessary, the method of measurement, followed in the case of a machine with a water-cooled heat exchanger by 'P' or 'S', depending on whether the temperature rise is measured above the primary or secondary coolant respectively (see clause 7.2). This information shall be given for both stator and rotor (separated by a slash) when their thermal classification differ.

Page 98

Remplacer le texte du point 10) par le nouveau texte suivant:

10) Puissance(s) assignée(s) ou plage de puissance assignée.

Modifier le titre du point 11) comme suit:

11) Tension(s) assignée(s) ou plage de tension assignée.

Supprimer le texte suivant du point 11):

Deux tensions assignées différentes X et Y doivent être indiquées par X/Y et une plage de tensions assignées de X à Y doit être indiquée X – Y.

Remplacer le texte du point 13) par le nouveau texte suivant:

13) Courant(s) assigné(s) ou plage de courant assigné.

Remplacer le texte du point 14) par le nouveau texte suivant:

14) Vitesse(s) assignée(s) ou plage de vitesse assignée.

Remplacer le texte du point 16) par le nouveau texte suivant:

16) Survitesse admissible si différente de celle spécifiée à l'article 8.6,
ou
vitesse maximale de sécurité en fonctionnement si inférieure à celle spécifiée
à l'article 8.5.

Ajouter un nouveau cinquième alinéa comme suit:

Deux valeurs assignées différentes doivent être indiquées par X/Y et une plage de valeurs assignées doit être indiquée par X–Y (voir la CEI 61293).

Page 100

10.1 Mise à la terre des machines

Remplacer le deuxième alinéa de cet article par le nouveau texte suivant:

Dans le cas des machines de tension assignée supérieure à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu, mais ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu, la borne du conducteur de terre doit être située à proximité des bornes de raccordement des conducteurs de phase, à l'intérieur de la boîte de connexions éventuelle. Les machines de puissance assignée supérieure à 100 kW (ou kVA) doivent également comporter une borne de terre montée sur la carcasse.

Page 99

Replace the text of item 10) with the following new text:

10) The rated output(s) or range of rated output.

Delete the following sentence from item 11:

Two different rated voltages X and Y shall be indicated by X/Y and a range of rated voltages from X to Y shall be indicated by X – Y.

Replace the first sentence of item 12) with the following new text

12) For a.c. machines the rated frequency or range of rated frequency.

Replace the text of item 13) with the following new text:

13) The rated current(s) or range of rated current.

Replace the text of item 14) with the following new text:

14) The rated speed(s) or range of rated speed.

Replace item 16 with the following new text:

16) The permissible overspeed if other than specified in clause 8.6,
or
the maximum safe operating speed if less than in clause 8.5.

Add, after the fourth paragraph, the following new paragraph:

Two different rated values shall be indicated by X/Y and a range of rated values shall be indicated by X – Y (see IEC 61293).

Page 101

10.1 Earthing of machines

Replace the second paragraph of this clause with the following new paragraph:

In the case of machines having rated voltages greater than 50 V a.c. or 120 V d.c., but not exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c., the terminal for the earth conductor shall be situated in the vicinity of the terminals for the line conductors, being placed in the terminal box, if one is provided. Machines having rated outputs in excess of 100 kW (or kVA) shall have in addition an earth terminal fitted on the frame.

Page 102

10.2 Clavette(s) de bout d'arbre

Remplacer le texte de cet article par le nouveau texte suivant:

Quand un bout d'arbre d'une machine est prévu avec une ou plusieurs rainures de clavette, chaque rainure doit être pourvue d'une clavette entière de forme et de longueurs normales.

Page 104

Tableau 18 – Nomenclature des tolérances sur les valeurs des grandeurs

Remplacer les points 1, 1a), 1b) et 2 par ce qui suit:

1	Rendement η	
1a)	Par sommation des pertes:	
	– machines de puissance inférieure ou égale à 50 kW (ou kVA)	–15 % de $(1 - \eta)$
	– machines de puissance supérieure à 50 kW (ou kVA)	–10 % de $(1 - \eta)$
1b)	Par mesurage des pertes totales	–15 % de $(1 - \eta)$
2	Pertes totales	+10 % des pertes totales
NOTE 4 – Les tolérances dépendent du rapport de puissance P_n en kW, à la vitesse assignée en min^{-1} .		

Page 108

Remplacer les figures 1 à 13 par les nouvelles figures suivantes:

Page 103

10.2 Shaft-end key(s)

Replace the text of this clause with the following new text:

When a machine shaft end is provided with one or more keyways, each shall be provided with a full key of normal shape and length.

Page 105

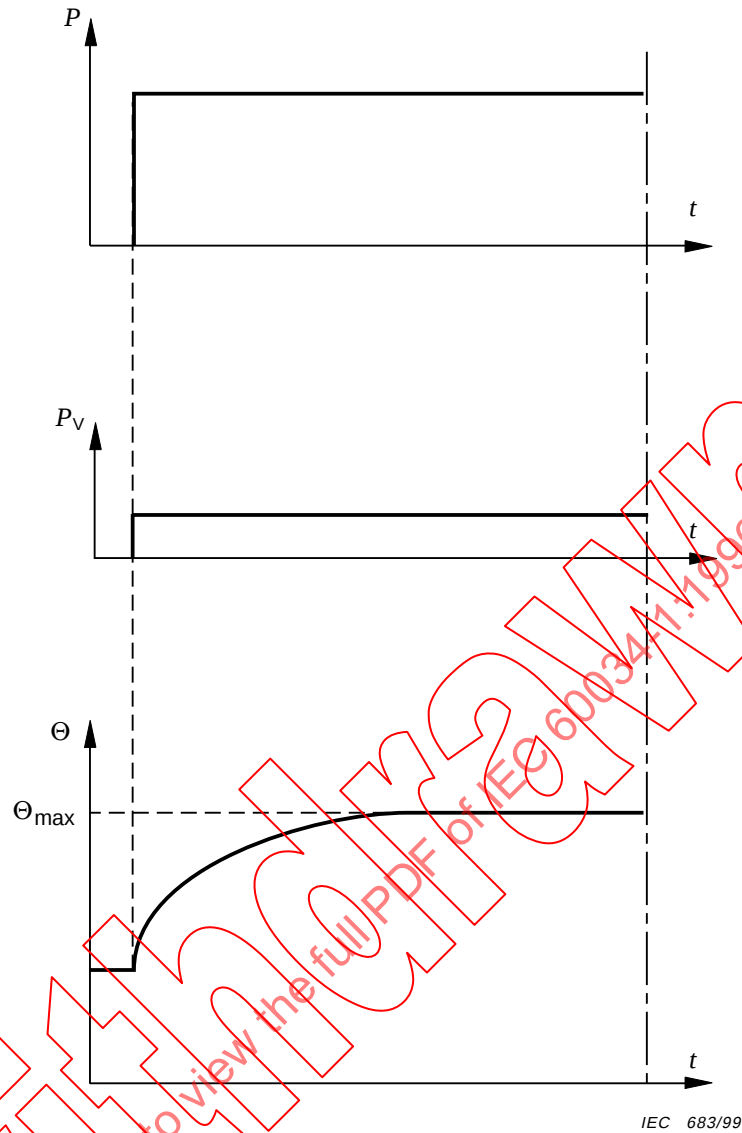
Table 18 – Schedule of tolerances on values of quantities

Replace items 1, 1a), 1b) and 2 of the above table with the following new items.

1	Efficiency η	
1a)	By summation of losses:	
	– machines up to and including 50 kW (or kVA)	–15 % of $(1 - \eta)$
	– machines above 50 kW (or kVA)	–10 % of $(1 - \eta)$
1b)	By total loss measurement	–15 % of $(1 - \eta)$
2	Total losses	+10 % of the total losses
NOTE 4 – Tolerances depend on the ratio of rated output P_N in kW, to rated speed in min^{-1} .		

Page 108

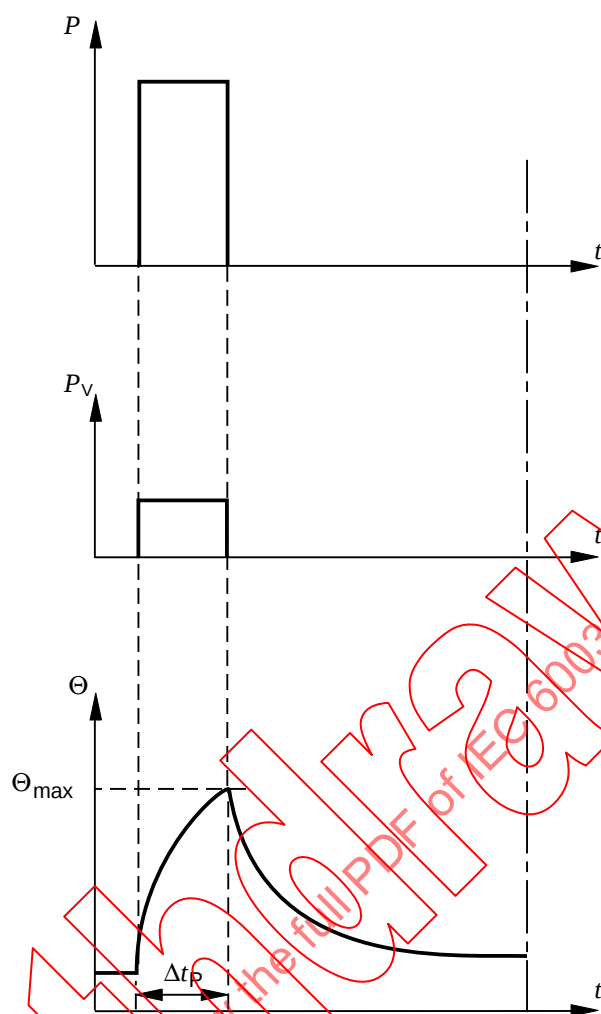
Replace the existing figures 1 to 13 by the following new figures.



P = charge
 P_v = pertes électriques
 Θ = température
 $\Theta_{\max}$ = température maximale atteinte
 t = temps

P = load
 P_v = electrical losses
 Θ = temperature
 $\Theta_{\max}$ = maximum temperature attained
 t = time

Figure 1 – Service continu – Service type S1
Figure 1 – Continuous running duty – Duty type S1



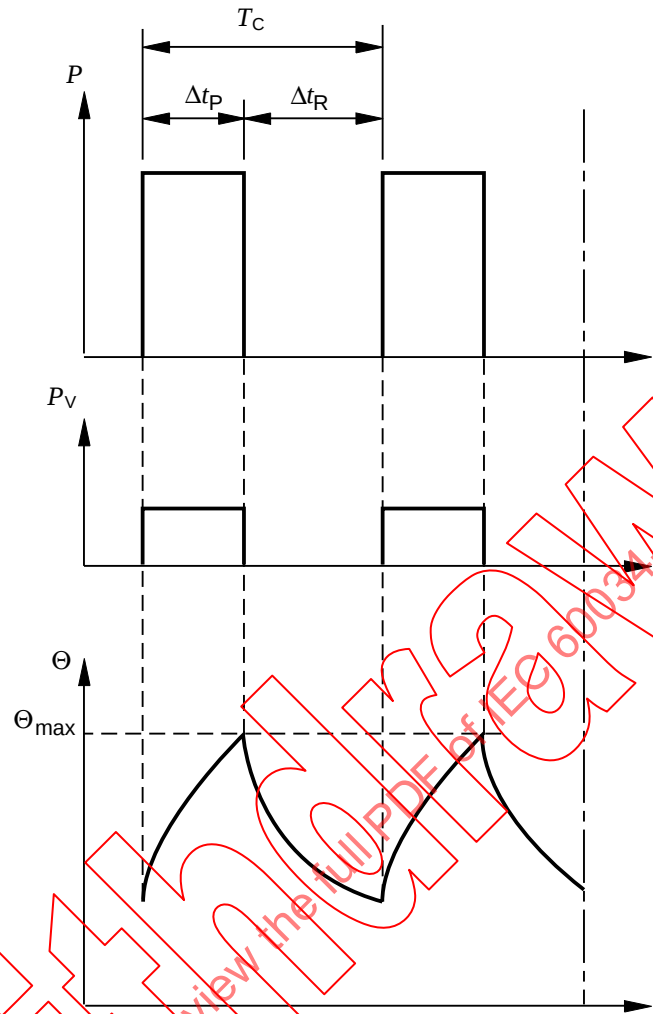
IEC 684/99

P = charge
 P_V = pertes électriques
 Θ = température
 $\Theta_{\max}$ = température maximale atteinte
 t = temps
 Δt_P = durée de fonctionnement à charge constante

P = load
 P_V = electrical losses
 Θ = temperature
 $\Theta_{\max}$ = maximum temperature attained
 t = time
 Δt_P = operation time at constant load

Figure 2 – Service temporaire – Service type S2

Figure 2 – Short-time duty – Duty type S2

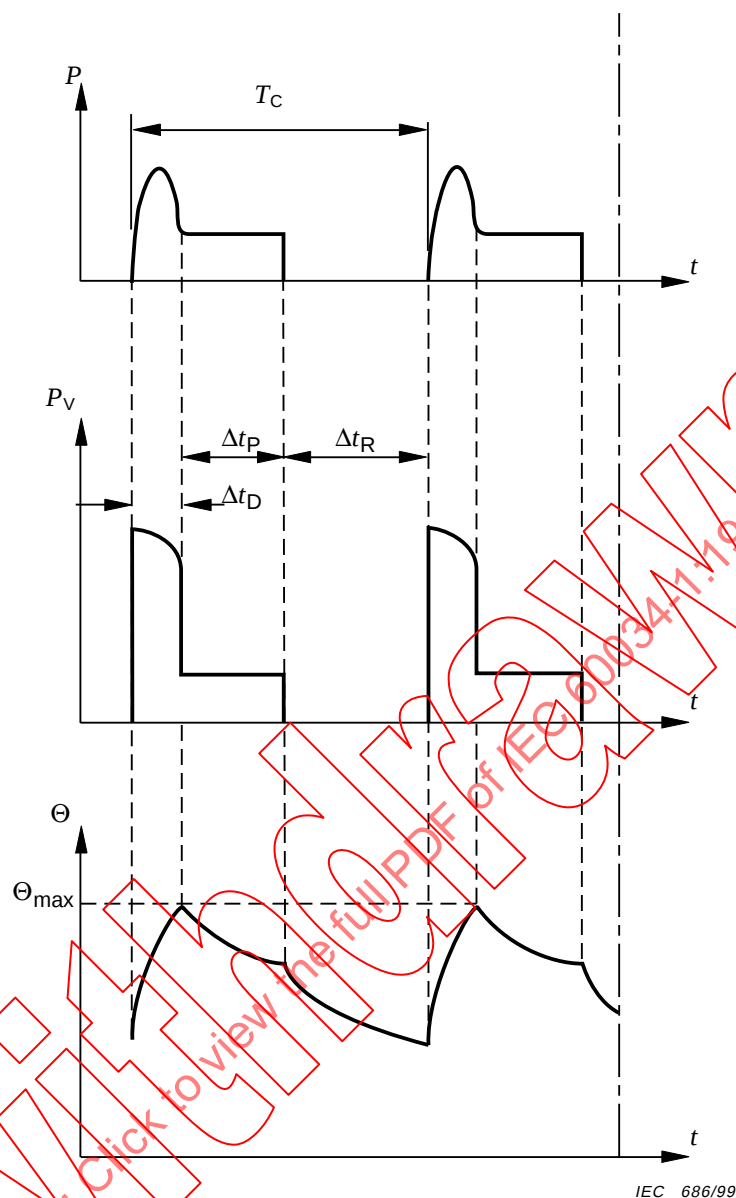


IEC 685/99

P = charge
 P_V = pertes électriques
 Θ = température
 $\Theta_{\max}$ = température maximale atteinte
 t = temps
 T_C = durée d'un cycle
 Δt_P = durée de fonctionnement à charge constante
 Δt_R = durée au repos
 Facteur de marche = $\Delta t_P / T_C$

P = load
 P_V = electrical losses
 Θ = temperature
 $\Theta_{\max}$ = maximum temperature attained
 t = time
 T_C = time of one load cycle
 Δt_P = operation time at constant load
 Δt_R = time at rest and de-energized
 Cyclic duration factor = $\Delta t_P / T_C$

Figure 3 – Service intermittent périodique – Service type S3
Figure 3 – Intermittent periodic duty – Duty type S3



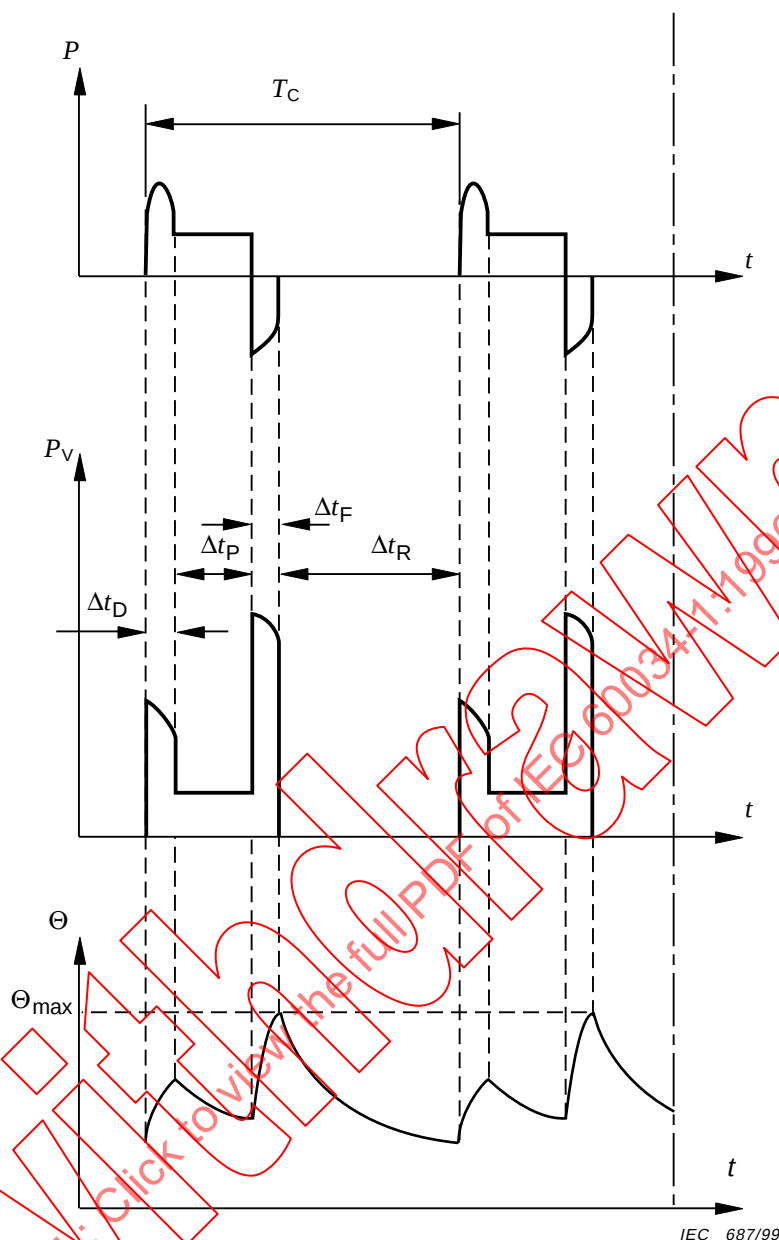
P = charge
 P_V = pertes électriques
 Θ = température
 $\Theta_{\max}$ = température maximale atteinte
 t = temps
 T_C = durée d'un cycle
 Δt_D = durée de démarrage/accélération
 Δt_P = durée de fonctionnement à charge constante
 Δt_R = durée au repos

Facteur de marche = $(\Delta t_D + \Delta t_P) / T_C$

P = load
 P_V = electrical losses
 Θ = temperature
 $\Theta_{\max}$ = maximum temperature attained
 t = time
 T_C = time of one load cycle
 Δt_D = starting/accelerating time
 Δt_P = operation time at constant load
 Δt_R = time at rest and de-energized

Cyclic duration factor = $(\Delta t_D + \Delta t_P) / T_C$

Figure 4 – Service intermittent périodique à démarrage – Service type S4
Figure 4 – Intermittent periodic duty with starting – Duty type S4



IEC 687/99

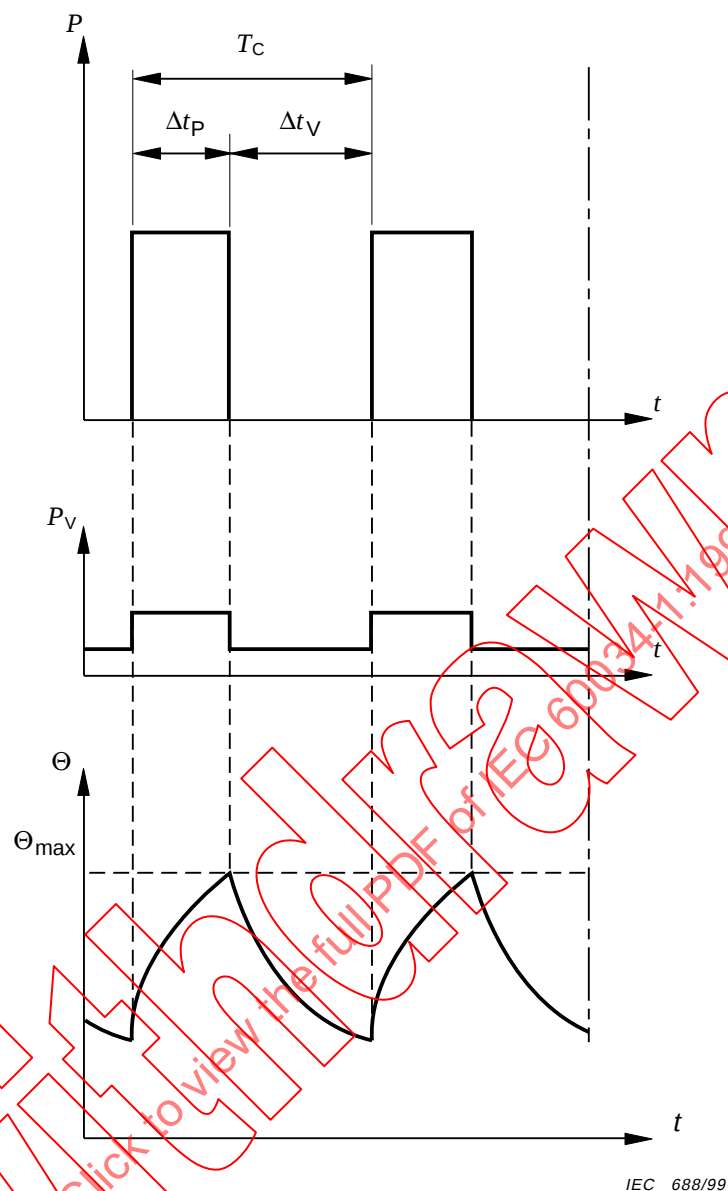
P = charge
 P_v = pertes électriques
 Θ = température
 $\Theta_{\max}$ = température maximale atteinte
 t = temps
 T_C = durée d'un cycle
 Δt_D = durée de démarrage/accélération
 Δt_P = durée de fonctionnement à charge constante
 Δt_F = durée de freinage électrique
 Δt_R = durée au repos

P = load
 P_v = electrical losses
 Θ = temperature
 $\Theta_{\max}$ = maximum temperature attained
 t = time
 T_C = time of one load cycle
 Δt_D = starting/accelerating time
 Δt_P = operation time at constant load
 Δt_F = time of electric braking
 Δt_R = time at rest and de-energized

Facteur de marche = $(\Delta t_D + \Delta t_P + \Delta t_F) / T_C$

Cyclic duration factor = $(\Delta t_D + \Delta t_P + \Delta t_F) / T_C$

Figure 5 – Service intermittent périodique à freinage électrique – Service type S5
 Figure 5 – Intermittent periodic duty with electric braking – Duty type S5



IEC 688/99

P = charge
 P_V = pertes électriques
 Θ = température
 $\Theta_{\max}$ = température maximale atteinte
 t = temps
 T_C = durée d'un cycle
 Δt_P = durée de fonctionnement à charge constante
 Δt_V = durée de fonctionnement à vide

P = load
 P_V = electrical losses
 Θ = temperature
 $\Theta_{\max}$ = maximum temperature attained
 t = time
 T_C = time of one load cycle
 Δt_P = operation time at constant load
 Δt_V = operation time at no-load

Facteur de marche = $\Delta t_P / T_C$ Cyclic duration factor = $\Delta t_P / T_C$

Figure 6 – Service ininterrompu périodique à charge intermittente – Service type S6
Figure 6 – Continuous operation periodic duty – Duty type S6