

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 101

Première édition — First edition

1958

**Règles applicables aux machines auxiliaires
(moteurs et génératrices électriques) des véhicules moteurs**

**Rules for auxiliary machines on motor vehicles
(electric motors and generators)**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60101:1958

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 101

Première édition — First edition

1958

**Règles applicables aux machines auxiliaires
(moteurs et génératrices électriques) des véhicules moteurs**

**Rules for auxiliary machines on motor vehicles
(electric motors and generators)**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Page
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
CHAPITRE I. — GÉNÉRALITÉS	
Section I. — Domaine d'application des règles	6
Section II. — Définitions	8
CHAPITRE II. — ESSAIS INDIVIDUELS DES MACHINES	
Section III. — Essais d'échauffement.	12
Section IV. — Essais de survitesse	18
Section V. — Essais en régime transitoire	20
Section VI. — Essais de commutation	20
Section VII. — Essais de rigidité diélectrique	20
Section VIII. — Relevé des caractéristiques	22
CHAPITRE III. — ESSAIS DES GROUPES COMPLETS	
Section IX. — Essais de fonctionnement	24
Section X. — Essais divers.	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
PART I. — GENERAL	
Section I. — Scope of the Rules.	7
Section II. — Definitions	9
PART II. — INDIVIDUAL TESTS ON MACHINES	
Section III. — Temperature-rise tests	13
Section IV. — Overspeed tests	19
Section V. — Transient tests	21
Section VI. — Commutation tests	21
Section VII. — Dielectric tests	21
Section VIII. — Characteristic curves	23
PART III. — TESTS ON COMPLETE SETS	
Section IX. — Running tests	25
Section X. — Miscellaneous tests	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÈGLES APPLICABLES AUX MACHINES AUXILIAIRES
(MOTEURS ET GÉNÉRATRICES ÉLECTRIQUES)
DES VÉHICULES MOTEURS**

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente publication est l'aboutissement du projet présenté par l'Union Internationale des Chemins de fer lors de la réunion du Comité Mixte International du Matériel de Traction Electrique à Londres le 25 septembre 1951.

Un certain nombre de modifications à ce projet furent examinées par le Comité Mixte au cours de ses réunions de:

Interlaken	11 juin 1953
Philadelphie	6 septembre 1954
Munich	5 juillet 1956

A la suite de la réunion de Munich, le projet de la première édition du fascicule N° 101 fut soumis pour approbation aux Comités nationaux de la C.E.I.

Ce projet ayant reçu l'accord explicite des Comités nationaux de la C.E.I. des pays suivants:

Allemagne	Pays-Bas
Belgique	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis	Suisse
Finlande	Tchécoslovaquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Norvège	

et de l'Union Internationale des Chemins de fer, le Comité Mixte, au cours de sa réunion de Moscou le 11 juillet 1957, demanda au Comité d'Action d'autoriser la publication de ce document en tant que première édition du fascicule N° 101.

Cette autorisation fut accordée par le Comité d'Action au cours de sa réunion du 12 juillet 1957 à Moscou.

Le présent fascicule constitue la première édition officielle des règles applicables aux machines auxiliaires (moteurs et génératrices électriques) des véhicules moteurs.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RULES FOR AUXILIARY MACHINES ON MOTOR VEHICLES
(ELECTRIC MOTORS AND GENERATORS)**

FOREWORD

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

PREFACE

This Publication is based on the draft presented by the International Union of Railways during the meeting of the International Mixed Committee on Electric Traction Equipment in London on 25th September 1951.

A certain number of amendments to this draft were discussed by the Mixed Committee during its meetings in:

Interlaken	11th June 1953
Philadelphia	6th September 1954
Munich	5th July 1956

Following the meeting in Munich, the draft of the first edition of Publication No. 101 was submitted to the National Committees of the I.E.C. for approval.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Norway
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	United Kingdom
France	U.S.A.
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Netherlands	

The International Union of Railways also having approved the draft, the Mixed Committee during its meeting in Moscow on 11th July 1957 requested the Committee of Action to authorize the publication of the draft as the first edition of Publication No. 101.

This authorization was given by the Committee of Action during its meeting of 12th July 1957 in Moscow.

This publication constitutes the first official edition of the Rules for auxiliary machines on motor vehicles (electric motors and generators).

RÈGLES APPLICABLES AUX MACHINES AUXILIAIRES (MOTEURS ET GÉNÉRATRICES ÉLECTRIQUES) DES VÉHICULES MOTEURS

Chapitre I. — GÉNÉRALITÉS

SECTION I. — DOMAINE D'APPLICATION DES RÈGLES

1. Objet

Les règles contenues dans la présente publication s'appliquent uniquement aux machines électriques tournantes constituant les services auxiliaires des véhicules moteurs (moteurs et génératrices à courant continu et à courant alternatif) indispensables au fonctionnement des équipements de traction et comprenant notamment:

- les moteurs électriques d'entraînement des groupes moteur-compresseur, moteur-ventilateur, moteur-générateur (groupes d'excitation, de contrôle, d'éclairage, etc.);
- les génératrices accouplées à ces moteurs ou entraînées par des moteurs thermiques ou des dispositifs mécaniques appropriés.

En ce qui concerne les moteurs électriques d'entraînement, il convient de distinguer suivant leur mode d'alimentation:

- a) les moteurs à courant continu alimentés directement par la ligne de contact;
- b) les moteurs à courant alternatif alimentés à partir de la ligne de contact par l'intermédiaire d'un transformateur;
- c) les moteurs alimentés par une source autre que la ligne de contact ou éventuellement protégés contre les fluctuations de tension de cette ligne.

2. Conditions de service

Les règles s'appliquent aux moteurs et aux génératrices utilisés dans les conditions suivantes:

- A. *Altitude* : En l'absence de toute précision sur la hauteur au-dessus du niveau de la mer à laquelle le moteur ou la génératrice est appelé à travailler en marche normale, il est admis que cette hauteur ne doit pas dépasser 1 200 mètres. Dans le cas où cette altitude devrait être dépassée, des stipulations non encore arrêtées devraient être adoptées.
- B. *Température* : Dans le cas où la température à l'ombre dépasserait 40°C, des dispositions spéciales pourront être adoptées, d'accord entre le constructeur et l'exploitant.

RULES FOR AUXILIARY MACHINES ON MOTOR VEHICLES (ELECTRIC MOTORS AND GENERATORS)

Part I. — GENERAL

SECTION I. — SCOPE OF THE RULES

1. Class of machines

The rules given in this publication are valid only for rotating electric machines providing auxiliary power essential for the operation of the traction equipment on motor vehicles (a.c. and d.c. motors and generators), and including particularly:

- electric motors driving compressors, fans, generators (for excitation, regulation, lighting, etc.);
- generators coupled to these motors, or driven by heat engines or appropriate mechanical devices.

Electric driving motors may be conveniently classified according to the manner in which they are fed:

- (a) d.c. motors fed direct from the line;
- (b) a.c. motors fed from the line through a transformer;
- (c) motors fed from a source other than the line or otherwise protected from the voltage fluctuations in the line.

2. Service conditions

The rules apply to motors and generators under the following conditions:

- A. *Altitude.* In the absence of any exact information with regard to the height above sea-level at which the motor or generator will normally be called upon to work, it is assumed that this height will not exceed 1 200 metres. Whenever this altitude is to be exceeded, certain stipulations (not yet drawn up) should be adhered to.
- B. *Temperature.* Whenever the temperature in the shade exceeds 40°C, special arrangements may be agreed upon by the manufacturer and user.

SECTION II. — DÉFINITIONS

3. Définitions des régimes

Les régimes constituent des caractéristiques de fonctionnement du moteur ou de la génératrice précisées en vue de permettre de vérifier au banc d'essai leur bonne construction et de comparer entre eux divers moteurs ou entre elles diverses génératrices.

4. Catégorie de régimes

Pour toutes les machines, il existe deux catégories de régimes:

- a) *le régime continu* ;
- b) *le régime intermittent* qui intervient pour certaines machines soumises à des cycles de travail.

5. Régime continu du moteur ou de la génératrice

Le régime continu d'un moteur ou d'une génératrice est celui qui correspond à l'intensité qu'ils peuvent supporter au banc d'essai pendant une période illimitée quand ils fonctionnent à leur tension nominale et à leur vitesse nominale avec l'excitation prévue par le constructeur pour ce régime et cela sans dépasser les limites d'échauffement prévues au tableau I de la section III.

Sauf spécification contraire, le régime continu est le régime nominal d'une machine auxiliaire.

6. Régime intermittent du moteur ou de la génératrice

Le régime intermittent d'un moteur ou d'une génératrice correspond à une suite de cycles identiques de régimes divers en intensités et en tensions qui, séparés ou non suivant le cas par des intervalles de repos, ne déterminent pas pour la machine, au bout d'une période illimitée, d'échauffements supérieurs à ceux qui sont indiqués au tableau I de la section III pour le régime continu.

La détermination des cycles de régimes à reproduire éventuellement au cours des essais de certaines machines doit tenir compte du service à assurer ainsi que des conditions d'alimentation ou d'entraînement et doit faire l'objet d'un graphique préalablement établi après entente entre le constructeur et l'exploitant. Une correspondance étroite doit exister entre les cycles élémentaires des machines d'un même groupe moteur-générateur.

7. Tension nominale d'un moteur ou d'une génératrice

La tension nominale d'un moteur ou d'une génératrice est la tension spécifiée aux bornes de ce moteur ou de cette génératrice.

Pour les moteurs alimentés par la ligne de contact, cette tension nominale est la même que la tension nominale d'alimentation du réseau de traction. Pour les moteurs de cette nature travaillant en permanence par n en série, la tension nominale de chacun d'eux est égale au quotient par n de la tension nominale définie ci-dessus.

Pour les moteurs branchés de façon permanente en série avec des résistances de protection, ces dernières doivent être considérées comme faisant partie intégrante des moteurs. La tension nominale de tels moteurs est celle qui est appliquée à l'ensemble constitué par le moteur et sa résistance de protection dont il ne sera d'ailleurs pas séparé au cours des essais.

En ce qui concerne les moteurs à courant alternatif alimentés par l'intermédiaire d'un transformateur placé sur le véhicule, la tension nominale est une tension spécifiée.

SECTION II. — DEFINITIONS

3. Definition of ratings

The ratings are operating characteristics of the motor or generator which are specified in order that their satisfactory construction may be confirmed on the test-bed and comparisons made between different motors or different generators.

4. Classes of ratings

For all machines, there are two classes of ratings:

(a) *the continuous rating* ;

(b) *the intermittent rating*, for certain machines used for cyclic operation.

5. Continuous rating of a motor or generator

The continuous rating of a motor or generator is that corresponding to the current they can withstand on the test-bed for an unlimited period when they are working at their rated voltage and rated speed with the excitation specified by the manufacturer for this rating, without exceeding the limits of temperature-rise specified in Table I, Section III.

Unless otherwise specified, an auxiliary machine is rated at its continuous rating.

6. Intermittent rating of a motor or generator

The intermittent rating of a motor or generator corresponds to a succession of identical cycles of varied values of current and voltage such that, whether separated or not, according to circumstances, by periods of shutdown, after an unlimited period of operation the temperature-rises of the machine do not exceed those given in Table I, Section III, for the continuous rating.

The definitions of the loading cycles to be reproduced in tests on certain machines must take into account both the purpose for which they are used and the conditions under which they are supplied or driven, and must form the subject of a diagram drawn up beforehand by agreement between the manufacturer and the user. There should be a close similarity between the basic cycles of machines of the same motor-generator set.

7. Rated voltage of a motor or generator

The rated voltage of a motor or generator is the voltage specified at the terminals of the motor or generator.

This rated voltage is the same as the nominal supply voltage of the traction network in all cases where the motor is fed direct from the line. When motors of this type are working permanently in series the rated voltage of each motor is equal to the rated voltage defined above, divided by the number of motors.

For motors connected permanently in series with protective resistors, these latter devices shall be considered as being component parts of the motors. The rated voltage of such motors is that which is supplied to the assembly comprising the motor and its protective resistor, without which resistor it shall not be tested.

For a.c. motors fed through a transformer placed on the vehicle, the rated voltage is some voltage which shall be specified.

8. Vitesse nominale d'un moteur ou d'une génératrice

La vitesse nominale d'un moteur ou d'une génératrice est la vitesse de ce moteur ou de cette génératrice, dans les conditions d'excitation précisées par le constructeur, quand la tension aux bornes est la tension nominale et le courant celui qui correspond au régime nominal.

Pour les génératrices accouplées directement sur l'arbre d'un moteur, la vitesse nominale est celle de ce moteur.

9. Puissance nominale d'un moteur ou d'une génératrice

Pour un moteur, la puissance nominale est la puissance disponible sur l'arbre exprimée en kW quand il fonctionne à son régime nominal. Pour une génératrice, c'est le produit de la tension nominale par l'intensité correspondant au régime nominal. Elle s'exprime en kW ou en kVA.

10. Tension maximum (ou minimum) d'un moteur ou d'une génératrice

La tension maximum (ou minimum) d'un moteur ou d'une génératrice est celle qui correspond à la tension la plus élevée (ou la plus basse) que la machine est appelée à supporter en service normal, exception faite des tensions transitoires, tensions plus élevées qui peuvent avoir lieu en régime transitoire.

Pour les moteurs à courant alternatif alimentés à partir de la ligne de contact par l'intermédiaire d'un transformateur, ainsi que pour les moteurs alimentés par une source autre que la ligne de contact ou éventuellement protégés contre les fluctuations de la tension de cette ligne, les tensions maximum et minimum sont respectivement fixées à 1,2 et 0,7 U , U étant la tension nominale définie à l'article 7 ci-dessus.

Par contre, les moteurs à courant continu alimentés par la ligne de contact peuvent être soumis exceptionnellement à des tensions extrêmes dépassant ces limites. La définition de la tension maximum (ou minimum) de tels moteurs, ainsi que les prescriptions relatives aux essais à leur faire subir, pourront donc être basées sur des valeurs extrêmes de tension plus écartées que celles spécifiées au tableau II, article 34 de la publication N° 48 de la C.E.I., après accord entre le constructeur et l'exploitant.

Enfin, si ces moteurs doivent travailler par n en série, sans couplage mécanique, il est précisé que la tension maximum de chacun d'eux est égale au produit par 1,2 du quotient par n de la tension maximum totale admise pour l'ensemble.

Pour les génératrices, la tension maximum (ou minimum) est celle qui correspond à la vitesse maximum (ou minimum) du moteur d'entraînement, l'excitation des génératrices ayant la valeur maximum (ou minimum) qu'elle peut normalement atteindre en service sous cette même tension.

11. Vitesse maximum d'un moteur ou d'une génératrice

La vitesse maximum d'un moteur est la vitesse la plus élevée qu'il est appelé à supporter en service normal sous la tension maximum avec l'excitation et la charge les plus faibles qu'il peut avoir sous cette même tension. La vitesse maximum d'une génératrice est celle qui correspond à la vitesse maximum du moteur d'entraînement.

12. Catégories d'essais

Il existe deux catégories d'essais:

- les essais de série (essais effectués en principe sur toutes les machines sans exception);
- les essais de type (essais effectués sur les prototypes ou sur quelques unités de fabrication nouvelle).

Bien entendu toutes les machines soumises aux essais de type subiront également les essais de série.

La discrimination entre ces catégories d'essais est faite dans le courant du texte.

8. Rated speed of a motor or generator

The rated speed of a motor or generator is the speed of the motor or generator at rated voltage and current, with the conditions of excitation laid down by the manufacturer.

The rated speed of generators coupled direct to the shaft of a motor is that of the motor.

9. Rated output of a motor or generator

The rated output of a motor is the output, expressed in kW, available at the motor shaft when the motor input corresponds to its specified rating.

For a generator, it is the product of the rated voltage and current. It is expressed in kW or kVA.

10. Maximum (or minimum) voltage of a motor or generator

The maximum (or minimum) voltage of a motor or generator is the highest (or lowest) voltage which the machine will be called upon to withstand during normal service. Transient voltages (higher voltages which may occur for a transient period) are excluded.

In the case of a.c. motors fed from the line through a transformer, and in that of motors fed from a source other than the line, or protected from voltage fluctuations of that line, the maximum and minimum voltages are fixed at $1.2 U$ and $0.7 U$, where U is the rated voltage defined in Clause 7 above.

On the other hand, d.c. motors fed direct from the line may be exposed in exceptional circumstances to high voltages exceeding these limits. The definition of the maximum (or minimum) voltage of such motors, as well as the tests specified for them, should be based on wider limits of voltage than those specified in Table II, Clause 34 of I.E.C. Publication No. 48, after agreement between manufacturer and user.

If n motors are connected in series without mechanical coupling, the maximum voltage of each motor is equal to 1.2 times the quotient of the total maximum voltage allowed for the group of motors divided by n .

In the case of generators, the maximum (or minimum) voltage is that which corresponds to the maximum (or minimum) speed of the driving motor, the excitation of the generator being at the maximum (or minimum) value which it normally attains in service at this same voltage.

11. Maximum speed of a motor or generator

The maximum speed of a motor is the highest speed which it can be called upon to withstand in normal service at the maximum voltage, the excitation and the loading being the lowest that can occur at this same voltage. The maximum speed of a generator is that corresponding to the maximum speed of the driving motor.

12. Test categories

Two test categories are recognised:

- routine tests (in principle, tests made on all machines without exception);
- type tests (tests made on prototypes or on a few units of a new manufacturing series).

It is to be understood that all machines subjected to type tests shall also undergo the routine tests.

Discrimination between these test categories is made in the text.

13. Plaques signalétiques

Au moment de leur livraison, les moteurs et les génératrices doivent porter une plaque signalétique sur laquelle sont indiquées, de manière indélébile, leurs données caractéristiques.

Par exemple, dans le cas le plus simple:

(Type:) Génératrice ou moteur N°	Tours/minute	Volts	Ampères	
			Armature	Champ
Régime continu (et éventuellement régime intermittent)				
Valeur maximum				

- Nota :*
- 1) Pour les moteurs à courant alternatif, il sera fait mention de la fréquence nominale et du facteur de puissance.
 - 2) Pour le cas où les moteurs sont branchés en permanence avec une résistance en série, la valeur de cette résistance sera indiquée.
 - 3) Les moteurs et les génératrices doivent être munis d'une plaque ou d'un signe indiquant le sens de marche normal, s'il y en a un.

Chapitre II. — ESSAIS INDIVIDUELS DES MACHINES

SECTION III. — ESSAIS D'ÉCHAUFFEMENT

14. Généralités

Les essais d'échauffement comportent des essais de type et des essais de série.

Les essais au régime continu et éventuellement au régime intermittent (voir aux articles 5 et 6 la définition de ces régimes) constituent *les essais de type*. Ils sont exécutés dans les conditions énoncées dans la présente section des règles.

Les essais de série sont limités à un essai d'une heure effectué dans les mêmes conditions que l'essai d'échauffement au régime continu des machines types. Etant donné qu'ils ont uniquement pour but de contrôler la tenue mécanique et électrique des machines sous charge soutenue et de les mettre en température en vue des essais à effectuer à chaud, il sera simplement vérifié au cours de leur exécution que le comportement des machines de série est comparable à celui des machines types et que les échauffements observables pendant la durée de l'essai sont sensiblement de l'ordre de grandeur de ceux qui ont été observés pendant la première heure de l'essai des machines types.

15. Classification des isolants

Les différentes classes d'isolants actuellement employées dans la construction des machines faisant l'objet des présentes règles sont énumérées dans la première colonne du tableau I de l'article 16 ci-après. Elles sont entièrement définies, notamment en ce qui concerne leur composition, dans la publication N° 85 de la C.E.I.: Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service.

16. Limites d'échauffement des moteurs et des génératrices

Le tableau I donne les limites d'échauffement admissibles au banc d'essais par rapport à la température de l'air de refroidissement pour les divers organes des moteurs et des génératrices isolés avec les matières des différentes classes actuellement utilisées.

Nota : Dans le cas où, en raison des conditions d'emploi de certaines machines auxiliaires, on utiliserait effectivement des machines industrielles de construction courante, celles-ci seraient soumises d'une manière générale et notamment en matière d'échauffement, aux prescriptions de la publication N° 34 de la C.E.I. et non aux présentes règles.

13. Rating plates

When delivered, motors and generators shall carry a rating plate on which their characteristic data are indelibly inscribed.

For example, in the simplest case:

(Type:.....) Generator or motor No.	Rev/min	Volts	Amperes	
			Armature	Field
Continuous rating (or intermittent rating)				
Maximum values				

Notes : (1) For a.c. motors the rated frequency and the power factor shall also be given.

(2) When a motor is permanently connected in series with a resistor, the resistance of this resistor shall be given.

(3) Motors and generators shall be provided with an indicator plate or a mark indicating the normal direction of rotation, if any.

Part II. — INDIVIDUAL TESTS ON MACHINES

SECTION III. — TEMPERATURE-RISE TESTS

14. General

Temperature-rise tests shall include both routine tests and type tests.

Tests at continuous rating and at intermittent rating (see Clauses 5 and 6 for the definition of these ratings) are *type tests*. They shall be made under the conditions laid down in this section of the rules.

Routine tests are limited to a test of one hour duration made under the same conditions as the continuous rating heat run type test. Since the purpose is to check the mechanical and electrical operation under load and to heat the machines in readiness for subsequent tests, it is only necessary to check that the performance of the routine tested machine equals that of the type tested machine, and that the temperature-rises observed during the test are of the same order as those found during the first hour of the heat run on the type tested machines.

15. Classification of insulating materials

The various classes of insulating materials used in the construction of machines forming the subject of these rules are set out in the first column of Table I, Clause 16 below. Their complete definition, especially as regards their composition, is given in I.E.C. Publication No. 85: Recommendations for the classification of materials for the insulation of electrical machinery and apparatus in relation to their thermal stability in service.

16. Limits of temperature-rise for motors and generators

Table I gives the permissible limits of temperature-rise on the test-bed relative to the temperature of the cooling air, for different parts of motors and generators insulated with the various classes of materials in current use.

Note : When operating conditions allow of the use of industrial-type machines of standard construction for certain auxiliary purposes, these machines shall comply in general, and especially as far as temperature-rise is concerned, with the stipulations of I.E.C. Publication No. 34 and not with the present rules.

TABEAU I

(Température conventionnelle admise pour l'air de refroidissement: 25°C)

Isolants	Régime	Organes	Méthode de mesure des températures	Echauffements
Classe A	Continu et intermittent	Enroulements d'armature et de champ	résistance	85°C
		Collecteur	thermomètre	85°C
Classe E	Continu et intermittent	Enroulements d'armature	résistance	105°C*
		Enroulements de champ	résistance	115°C*
Classe B	Continu et intermittent	Collecteur	thermomètre	90°C
		Enroulements d'armature	résistance	120°C
		Enroulements de champ	résistance	130°C
Classe F	Continu et intermittent	Collecteur	thermomètre	90°C
		Enroulements d'armature	résistance	140°C*
		Enroulements de champ	résistance	155°C*
Classe H	Continu et intermittent	Collecteur	thermomètre	90°C
		Enroulements d'armature	résistance	160°C*
		Enroulements de champ	résistance	180°C*
* Ces valeurs d'échauffement sont données à titre d'indication et n'ont qu'un caractère provisoire.				

Nota : Lorsque la température de l'air de refroidissement durant l'essai diffère de 25°C, l'intensité nominale correspondant à 25°C doit être déduite de l'intensité I_a obtenue lors de l'essai en utilisant la formule de correction suivante:

$$I_{25} = I_a \left(1 + \frac{t_a - 25}{800} \right)$$

17. Ventilation durant les essais d'échauffement

L'essai d'échauffement doit être effectué avec le moteur ou la génératrice disposé pour la marche normale, avec tous ses organes en place, mais sans la ventilation correspondant à celle produite par le mouvement du véhicule.

Dans certains cas particuliers tels que génératrices d'éclairage, machines entièrement fermées, on pourra, après accord entre constructeur et exploitant, tenir compte de la ventilation due au mouvement du véhicule.

Dans le cas de refroidissement par ventilation forcée, la pression statique et le débit d'air sont mesurés à l'entrée dans le moteur ou la génératrice. Toutefois, afin de n'effectuer que des mesures de pressions statiques sur les machines de série, un tableau de correspondance entre les pressions et les débits sera établi au cours des essais des machines types.

TABLE I

(Temperature conventionally assumed for cooling air: 25°C)

Insulating material	Rating	Part	Method of temperature measurement	Temperature-rise
Class A	Continuous and Intermittent	Armature windings	Resistance	85°C
		Field windings	Resistance	85°C
		Commutator or slip rings	Thermometer	85°C
Class E	Continuous and Intermittent	Armature windings	Resistance	105°C*
		Field windings	Resistance	115°C*
		Commutator or slip rings	Thermometer	90°C
Class B	Continuous and Intermittent	Armature windings	Resistance	120°C
		Field windings	Resistance	130°C
		Commutator or slip rings	Thermometer	90°C
Class F	Continuous and Intermittent	Armature windings	Resistance	140°C*
		Field windings	Resistance	155°C*
		Commutator or slip rings	Thermometer	90°C
Class H	Continuous and Intermittent	Armature windings	Resistance	160°C*
		Field windings	Resistance	180°C*
		Commutator or slip rings	Thermometer	90°C
* These values of temperature-rise are quoted for guidance and are of a provisional character only.				

Note: When the temperatures t_a of the cooling air during the test differ from 25°C, the rated current corresponding to 25°C shall be derived from the current I_a obtained during the test by using the following correction formula:

$$I_{25} = I_a \left(1 + \frac{t_a - 25}{800} \right)$$

17. Ventilation during temperature-rise tests

The temperature-rise test shall be carried out with the motor or generator arranged as in service with all component parts in position, but without the ventilation produced by the movement of the vehicle.

In certain special cases, such as lighting generators or totally enclosed machines, account may be taken of the ventilation due to the movement of the vehicle after agreement between manufacturer and user.

In the case of cooling by forced ventilation, the pressure and flow of air are measured at the inlet to the motor or generator. In order to limit readings in routine tests to static readings only, a table giving relation of pressure and volume shall be established during the type tests.

18. Mesure de la température de l'air de refroidissement durant les essais d'échauffement

La température de l'air de refroidissement est mesurée comme suit:

- a) à l'entrée du moteur ou de la génératrice dans le cas où il existe une adduction d'air par une conduite spéciale;
- b) au moyen de thermomètres disposés en différents points autour du moteur ou de la génératrice, à une distance de 1 à 2 mètres, et protégés contre tout rayonnement ainsi que contre les courants d'air dans les autres cas.

La valeur à adopter pour la température de l'air de refroidissement durant un essai doit être la moyenne des lectures relevées sur des thermomètres placés comme mentionné ci-dessus, à des intervalles égaux de temps durant le dernier quart de la durée de l'essai.

Afin d'éviter toute erreur provenant du délai nécessaire pour que les variations de température de l'air de refroidissement aient une répercussion sur la température des moteurs ou des génératrices de dimensions importantes, toutes précautions raisonnables doivent être prises pour réduire ces variations, ainsi que les erreurs en résultant.

Nota : Il est souvent commode d'entreprendre l'essai de puissance continue lorsque la machine est déjà chaude par suite des essais qui le précèdent. Dans ce cas, la température de l'air de refroidissement durant l'essai est obtenue en prenant la moyenne des températures relevées pendant une période au moins égale à une heure avant la fin de l'essai.

19. Méthodes de mesures des températures des organes

Deux méthodes de détermination de température des organes sont adoptées:

- a) méthode par thermomètre pour les collecteurs;
- b) méthode par variation de résistances pour les enroulements.

20. Méthode par thermomètre

Dans cette méthode, la température est déterminée au moyen de thermomètres appliqués immédiatement après l'arrêt sur les parties accessibles du collecteur aux endroits présumés les plus chauds.

21. Méthode par variation de résistance

Dans cette méthode, l'échauffement des enroulements est déterminé par leur augmentation de résistance.

22. Détermination de l'échauffement par variation de résistance

L'échauffement à la fin de l'essai est déterminé par la formule suivante:

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

dans laquelle:

- t_a = la température en degrés centésimaux de l'air de refroidissement durant l'essai,
 t_2 = la température en degrés centésimaux de l'enroulement en fin d'essai,
 t_1 = la température en degrés centésimaux de l'enroulement froid au moment de la mesure de sa résistance initiale,
 R_2 = la résistance à la fin de l'essai,
 R_1 = la résistance initiale de l'enroulement froid.

18. Measurement of the cooling-air temperature during temperature-rise tests

The cooling-air temperature shall be measured as follows:

- (a) at the inlet to the motor or generator in cases where air is brought to the machine by special ducting;
- (b) in other cases by means of thermometers arranged at different points around the motor or generator at a distance of 1 to 2 metres and protected against heat radiation and draughts.

The figure taken for the temperature of the cooling air during a test shall be the average of readings taken with thermometers placed as described above, at equal time intervals during the last quarter of the test period.

In order to avoid any errors resulting from the time-lag between the variations in cooling-air temperature and their effect on the temperature of large motors or generators, all reasonable precautions shall be taken to reduce these variations, as well as the resulting errors.

Note : It is frequently convenient to commence the continuous rating heat run while the machine is warm following previous tests. In that case the cooling air temperature is obtained by taking the average of the air temperatures taken over a period of at least one hour prior to shut down.

19. Methods of measuring the temperatures of machine parts

Two methods of determining the temperatures of machine parts have been adopted:

- (a) thermometer method for commutator and slip rings;
- (b) resistance method for windings.

20. Thermometer method

In this method, the temperature is determined by means of thermometers placed in position immediately the machine stops on those parts of the commutator or slip rings which are assumed to be the hottest.

21. Resistance method

In this method the temperature-rise of the windings is determined from their increase in resistance.

22. Determination of the temperature-rise by change in resistance

The temperature-rise at the end of the test is determined from the following expression:

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

where

t_a = temperature of the cooling air during the test in °C,

t_2 = the temperature of the winding at the end of the test in °C,

t_1 = the temperature of the cold winding in °C at the moment when its initial resistance was measured

R_2 = the resistance at the end of the test,

R_1 = the initial resistance of the cold winding.

23. Résistance initiale

Avant de procéder aux essais d'échauffement d'une machine, il est nécessaire de s'assurer, au moyen de mesures par thermomètres, que les enroulements de cette machine sont, à 4°C près, en équilibre de température avec le milieu ambiant. Dans le cas où la température de l'air ambiant de la plateforme dépasserait 40°C, des dispositions spéciales pourront être adoptées après accord entre le constructeur et l'exploitant ou son représentant.

24. Manière d'opérer pour la mesure des températures, la mesure des résistances après l'arrêt de la machine à des intervalles de temps déterminés, la détermination des courbes de refroidissement et la détermination sur ces courbes convenablement prolongées des points correspondant à l'arrêt de la machine

Toutes les mesures d'échauffement des enroulements doivent être effectuées par la méthode de variation de résistance et la courbe de refroidissement obtenue doit être extrapolée dans le but de fixer l'échauffement à l'origine de la période de refroidissement.

La courbe de refroidissement ne pouvant être assimilée à une exponentielle simple que durant une courte période, il y a lieu :

- 1) de s'attacher à ce que la première mesure soit faite au plus tard 30 secondes après l'origine;
- 2) d'effectuer des mesures successives à intervalles n'excédant pas 15 secondes durant les 2 premières minutes et 20 secondes pendant les 3 minutes suivantes.

On détermine graphiquement par un tracé à grande échelle, l'échauffement à l'origine en extrapolant par une ligne droite la courbe de refroidissement tracée en utilisant une échelle logarithmique pour l'échauffement et une échelle linéaire pour le temps. Les points d'abscisses supérieures à 90 secondes ne doivent pas intervenir dans le tracé de la courbe dont on n'utilise, pour l'extrapolation, que la partie correspondant aux points d'abscisses inférieures à 90 secondes.

Remarque : En mesurant la température de l'induit d'une machine par la méthode de variation de résistance, l'expérience a démontré que l'on peut obtenir des résultats dignes de confiance en prenant soin que les mesures avant et après l'essai d'échauffement soient relevées entre la même paire de lames du collecteur et directement sur le collecteur. Le courant doit être ajusté à la même valeur pour chacune des deux séries de mesures, avant et après la marche de l'essai, et la chute de tension en volts est mesurée entre la même paire de lames que celle où est amené le courant. Des paires de contacts séparés sont utilisées pour le relevé de la tension et l'amenée du courant.

SECTION IV. — ESSAIS DE SURVITESSE

25. Essais de survitesse des moteurs

Les essais de survitesse des moteurs sont des essais de série.

Les moteurs doivent pouvoir supporter pendant 2 minutes à chaud, après les essais d'échauffement, une vitesse de rotation égale à 1,25 fois leur vitesse maximum (définie à la section II, article 11).

Les moteurs munis de dispositifs automatiques pour empêcher l'emballement pourront être soumis, pour l'essai de survitesse, à une vitesse de rotation égale à celle correspondant au régime maximum de l'appareil de protection.

26. Essais de survitesse des génératrices

Les essais de survitesse des génératrices sont des essais de série.

Les génératrices doivent supporter pendant deux minutes, à chaud après l'essai d'échauffement, un essai de survitesse identique en valeur relative à celui des moteur qui les entraînent.

27. Résultats des essais de survitesse

Après l'essai de survitesse, les moteurs ou les génératrices ne doivent présenter aucune déformation permanente et résister avec succès aux essais exécutés et spécifiés aux sections suivantes.

23. Initial resistance

Before proceeding with the temperature test of a machine, it is necessary to ascertain by thermometer measurement that the temperature of the windings of the machine is within 4°C of the mean temperature of the ambient air. In the case where the ambient temperature of the test-bed exceeds 40°C, special arrangements may be agreed upon by the manufacturer and the user or his representative.

24. Method of measurement of temperatures, measurement of resistances at given intervals of time after stopping the machine, plotting of the cooling curves and determination of the points corresponding to the time of shut-down of the machine from these curves suitably extended

All the temperature-rise measurements of the windings shall be carried out by the resistance method and the cooling curve obtained shall be extrapolated back to determine the temperature-rise at the start of the cooling period. As the cooling curve can be considered as a simple exponential only during a short period, it is necessary:

- (1) to see that the first measurement is made not later than 30 seconds from the start of the cooling period;
- (2) to carry out successive measurements at intervals not exceeding 15 seconds for the first two minutes and 20 seconds for the following 3 minutes.

The temperature-rise at the start of the cooling period is determined by means of a large scale graph by straight-line extrapolation of the cooling curve plotted by using a logarithmic scale for the temperature-rise and a linear scale for time. The points of abscissae exceeding 90 seconds shall be disregarded in the plotting of the curve of which only the part corresponding to the points of abscissae less than 90 seconds is used for the purpose of extrapolation.

Remarks : In measuring the temperature of the armature winding of a machine by the resistance method, experience has shown that reliable results can be obtained by taking care that the measurements before and after the temperature-rise test are made between the same pair of commutator segments and directly on the commutator. The current shall be adjusted to the same value for each of the two series of measurements, before and after the test run, and the voltage drop in volts shall be measured between the same pair of segments to which the current is applied. Separate pairs of contacts to the segments are used for the voltage readings and for supplying the current.

SECTION IV. — OVERSPEED TESTS

25. Overspeed tests on motors

Overspeed tests on motors are routine tests.

Motors shall be capable of withstanding a rotational speed equal to 1.25 times their maximum speed (defined in Section II, Clause 11) during a period of 2 minutes when hot, following the temperature-rise tests.

Motors provided with automatic devices to prevent excessive speed may, for the overspeed test, be submitted to a rotational speed equal to the highest speed permitted by the protective device.

26. Overspeed tests on generators

Overspeed tests on generators are routine tests.

Generators shall withstand for 2 minutes, when hot following the temperature-rise test, an overspeed test exactly equivalent to that applied to the motors driving them.

27. Results of the overspeed tests

After the overspeed test, the motor or generator shall show no permanent deformation, and shall withstand satisfactorily the subsequent tests specified in the following sections.

SECTION V. — ESSAIS EN RÉGIME TRANSITOIRE

Nota : Les essais visés dans les articles 28 et 29 qui font suite doivent être effectués avec tout l'appareillage normal de démarrage et de protection du moteur.

28. Essais de démarrage des moteurs

Les essais de démarrage des moteurs sont des essais de type.

Le moteur doit supporter à chaud, à 2 minutes d'intervalle, cinq démarrages successifs sous la tension minimum et cinq démarrages successifs sous la tension maximum en développant le couple correspondant au couple résistant qu'il est normalement appelé à vaincre en service quand il est alimenté sous l'une ou l'autre de ces tensions (article 10).

Il devra supporter ces essais sans détérioration mécanique, ni flash, ni dommages permanents, les dommages permanents étant ceux susceptibles de nuire au bon fonctionnement du moteur postérieurement à l'achèvement des essais.

29. Essai de coupure

L'essai de coupure est un essai de type.

S'il s'agit d'un moteur alimenté par la ligne de contact (soit directement, soit par l'intermédiaire d'un transformateur), le moteur sera soumis à un essai de coupure et de rétablissement de la tension. Celle-ci sera coupée et rétablie cinq fois de suite, en laissant le régime de fonctionnement se stabiliser entre deux coupures consécutives, le moteur fonctionnant à son régime continu avec l'excitation la plus faible pouvant être réalisée en service. L'intervalle de temps compris entre le moment de la coupure et celui du rétablissement de la tension sera compris entre 0,5 et 1 seconde et les résultats de l'essai seront les mêmes que ceux qui sont explicités pour les essais de démarrage (article 28).

Nota : Si le moteur soumis à ce dernier essai fait partie d'un équipement qui comporte un dispositif automatique assurant, en cas de coupure, une protection complète dans un temps inférieur à 1 seconde, ce temps sera utilisé pour l'essai.

SECTION VI. — ESSAIS DE COMMUTATION

30. Essais de commutation des moteurs et des génératrices

Les essais de commutation des machines auxiliaires comportent des essais de type et des essais de série.

a) *Essais de type.* Les essais seront faits pour différentes valeurs de courant et d'excitation couvrant la totalité du champ d'application du moteur ou de la génératrice sous la tension maximum définie à l'article 10.

b) *Essais de série.* Les moteurs et les génératrices doivent supporter, pendant une minute, sous la tension maximum définie à l'article 10, un courant égal à 1,5 fois le courant correspondant au régime nominal.

Pour les deux catégories d'essais, les résultats seront les mêmes que ceux qui sont explicités pour les essais de démarrage des moteurs (article 28).

SECTION VII. — ESSAIS DIÉLECTRIQUES

31. Essais de rigidité diélectrique

Les essais de rigidité diélectrique sont des essais de série.

La tension d'essai doit être appliquée entre les enroulements et la carcasse, et, s'il y a lieu, entre les enroulements indépendants. Elle doit être appliquée seulement à une machine neuve complète, tous les organes étant en place, dans des conditions équivalentes à celles prévues pour le fonctionnement normal.

L'essai doit être effectué à chaud et après les essais spécifiés dans les sections précédentes.

La tension d'essai doit être alternative et se rapprocher autant que possible de la forme sinusoïdale, la fréquence étant comprise entre 25 et 100 Hz.

L'essai doit être commencé à une tension de moins du tiers de la tension d'essai et la tension appliquée doit être augmentée graduellement jusqu'à la pleine tension dont la durée d'application est uniformément fixée à 1 minute.

SECTION V. — TRANSIENT TESTS

Note : The tests described in Clauses 28 and 29 below shall be carried out with all the motor's normal starting and protective gear in circuit.

28. Starting tests on motors

Starting tests on motors are type tests.

The motor shall withstand when hot, at 2 minute intervals, five successive starts at the minimum voltage and five successive starts at the maximum voltage whilst developing the torque corresponding to the load which it is normally expected to meet in service when it is fed at either of these two voltages (Clause 10).

The motor shall withstand each one of these tests without mechanical deterioration, flashover, or permanent damage, permanent damage being that which would affect satisfactory running of the motor after the completion of the tests.

29. Interruption test

The interruption test is a type test.

If the motor is fed from the line (either directly or through a transformer) the motor shall be submitted to a test of interruption and restoration of voltage. The voltage shall be interrupted and restored 5 times in succession, allowing the normal load conditions to be re-established between successive interruptions, the motor operating at its continuous rating with the weakest field that can be obtained in service. The time interval between the instants of interruption and restoration of voltage shall be between 0.5 and 1 second and the results of the test shall be the same as those for the starting tests (Clause 28).

Note : If the motor subjected to the last-mentioned test forms part of an assembly which includes an automatic device giving complete protection from the effects of interruption in a time less than 1 second, this time shall be used for the test.

SECTION VI. — COMMUTATION TESTS

30. Commutation tests on motors and generators

Commutation tests on auxiliary machines comprise type and routine tests.

(a) *Type tests.* Commutation tests shall be made for several current and excitation values covering the whole of the particular field of application of the machine at the maximum voltage defined in Clause 10.

(b) *Routine tests.* Motors and generators shall withstand for 1 minute, at the maximum voltage as defined in Clause 10, a current equal to 1.5 times the current corresponding to their rating.

For both (a) and (b), results shall be the same as those specified for the starting tests of motors (Clause 28).

SECTION VII. — DIELECTRIC TESTS

31. Dielectric tests

Dielectric tests are routine tests.

The test voltage shall be applied between the windings and the frame, and where appropriate, between independent windings. It shall be applied only to a new and complete machine, with all its parts in place, under conditions equivalent to normal working conditions.

The test shall be carried out when the machine is hot and after the tests specified in the preceding sections.

The test voltage shall be alternating and shall be as near as possible to sine-wave form, the frequency being between 25 and 100 c/s.

The test voltage shall commence at a voltage of less than one-third of the test voltage and shall be increased gradually to the full test voltage, which is applied for a standard period of one minute.

Suivant les types de machines soumis aux épreuves, les valeurs des tensions d'essais sont les suivantes:

- a) *Moteurs alimentés à partir de la ligne de contact au moyen d'un transformateur ou d'un ensemble transformateur-redresseur et moteurs alimentés par une source autre que la ligne de contact ou éventuellement protégés contre les fluctuations de tension de cette ligne. Génératrices quel que soit le mode d'entraînement.*

$$2 U + 1\,000 \text{ V (avec minimum de } 1\,500 \text{ V)}$$

U étant la tension nominale de la machine.

- b) *Moteurs à courant continu alimentés par la ligne de contact :*

$$2,25 U + 2\,000 \text{ V}$$

U étant la tension nominale de la ligne.

Pour ces derniers moteurs, il peut néanmoins être fait usage, dans certaines circonstances spéciales, après accord entre le constructeur et l'exploitant, d'une tension d'essai supérieure à celle donnée par la formule $2,25 U + 2\,000 \text{ V}$.

Nota : Les moteurs normalement montés en série avec une résistance de protection seront dépourvus de cette résistance pour l'exécution des essais de rigidité diélectrique.

SECTION VIII. — RELEVÉ DES CARACTÉRISTIQUES DES MOTEURS OU DES GÉNÉRATRICES

32. Mesures à effectuer — Vérifications — Tolérances

Les courbes caractéristiques visées dans le présent article sont:

- a) en ce qui concerne les moteurs, les courbes donnant en fonction de l'intensité (et pour les différentes conditions d'excitation et tensions d'alimentation prévues) la vitesse de rotation, le couple et la puissance développés sur l'arbre, le rendement;
- b) en ce qui concerne les génératrices, les courbes donnant en fonction de l'intensité (et pour certaines conditions de vitesse et d'excitation) la tension aux bornes, la puissance et le couple empruntés sur l'arbre, le rendement.

Dans le cas où de telles courbes sont fournies à la commande, ces courbes, dites « caractéristiques types », sont tracées pour une température de 75°C si les enroulements sont pourvus d'isolants des classes A ou E et de 110°C s'ils sont pourvus d'isolants des classes B, F ou H.

Les relevés (ou les vérifications) à faire en plateforme comportent des essais de type et des essais de série.

Essais de type : sur 5 machines prises au hasard de la fourniture (machines types) on effectue à chaud (c'est-à-dire immédiatement après un essai de durée) et dans les conditions de fonctionnement prévues, un nombre suffisant de mesures permettant de tracer avec précision, notamment pour les valeurs de l'intensité comprises entre 0,8 et 1,2 fois l'intensité du régime nominal:

- les courbes caractéristiques de chacune d'elles;
- les courbes caractéristiques moyennes des courbes caractéristiques individuelles.

On s'assurera ensuite que, pour les valeurs de l'intensité comprises entre 0,8 et 1,2 fois l'intensité du régime nominal, les courbes caractéristiques individuelles ne s'écartent pas de $\pm 5\%$ ni des caractéristiques types (si elles existent), ni des caractéristiques moyennes.

Nota : 1) Pour la détermination des rendements individuels des moteurs et des génératrices, il est recommandé d'utiliser une méthode basée sur la séparation des pertes, étant entendu qu'une tolérance de $+ 10\%$ est admise sur les pertes totales pour l'intensité du régime nominal des machines.

2) Dans le cas de groupes moteur-générateur ne produisant pas d'énergie mécanique externe et pour lesquels il n'est pas commode de relever séparément les pertes totales de chaque machine, il sera suffisant de mesurer le rendement global du groupe complet au régime nominal de la génératrice. Une tolérance de $+ 10\%$ sera admise pour les pertes totales du groupe complet.

Dans le cas de groupes moteur-générateur produisant une énergie mécanique externe comme l'entraînement d'un ventilateur, on ne déterminera pas le rendement global, et le constructeur devra garantir la puissance absorbée par le groupe quand la génératrice débite sa puissance nominale, la puissance fournie par le ventilateur étant ajustée à une valeur bien définie. La puissance absorbée en service ne devra pas excéder la valeur garantie de plus de 10% .

According to the type of machine to be tested, the values of test voltage are as follows:

- (a) *Motors fed from the line through a transformer or a transformer-rectifier group, and motors fed from a source other than the line, or protected from the voltage fluctuations of the line. Generators whatever the type of drive:*

$$2 U + 1\,000 \text{ V (minimum } 1\,500 \text{ V)}$$

where U is the rated voltage of the machine.

- (b) *D.C. motors fed direct from the line:*

$$2.25 U + 2\,000 \text{ V}$$

where U is the nominal line voltage.

For the latter type of motor, under special circumstances and subject to agreement between manufacturer and purchaser, a test voltage higher than that given by the formula $2.25 U + 2\,000 \text{ V}$ may be used.

Note: Motors which are normally connected in series with a protective resistor shall be submitted to the dielectric tests without this resistor.

SECTION VIII

PLOTTING OF THE CHARACTERISTIC CURVES OF MOTORS OR GENERATORS

32. Measurements to be made — Checking — Tolerances

The characteristic curves covered by this clause are:

- (a) for motors, the curves giving the rotational speed, the torque, the power developed at the shaft and the efficiency, as a function of the current and for the different conditions of excitation and supply voltages specified;
- (b) for generators, the curves giving the voltage at the terminals, the output, the input torque at the shaft, and the efficiency, as a function of the current and for certain conditions of speed and excitation.

If such curves are supplied when the order is placed, these curves called “type characteristics” are plotted for a temperature of 75°C for windings with class A or class E insulation, and 110°C for classes B, F or H.

The measurements (or checks) to be made on the test-bed shall include type tests and routine tests.

Type tests. A sufficient number of measurements to enable the following curves to be plotted accurately, in particular for the current values between 0.8 and 1.2 times the rated current, shall be made on 5 machines when hot (i.e. immediately after a continuous run test) chosen at random from the order (type machines):

- the characteristic curves of each machine;
- the average characteristic curves derived from the individual characteristic curves.

It shall then be checked that, for current values between 0.8 and 1.2 times the rated current, the individual characteristic curves do not depart by more than $\pm 5\%$ either from the type characteristics (if these exist) or from the average characteristics.

Notes: (1) For the determination of the efficiency of individual motors and generators, it is recommended that a method based on the separation of losses be used. A tolerance of $\pm 10\%$ is allowed on the total losses of the machines at rated current.

(2) In the case of motor-generator sets not producing external mechanical energy and for which it is not convenient to measure separately the total losses of each machine, it is sufficient to measure the overall efficiency of the complete set at the rated output of the generator. A tolerance of $\pm 10\%$ shall be allowed on the total losses of the complete set. In the case of motor-generator sets which produce external mechanical energy such as driving a fan, the overall efficiency is not measured and the manufacturer shall guarantee the power absorbed by the set when the generator supplies its rated output, the output furnished by the fan being adjusted to a definite value. The power absorbed in service shall not exceed the guaranteed value by more than 10% .