

# Commission Electrotechnique Internationale

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

# International Electrotechnical Commission

(affiliated to the International Organization for Standardization - ISO)

## Recommandations de la C.E.I.

relatives à la  
**détermination du rendement  
des machines électriques  
tournantes**

(à l'exclusion du rendement des  
moteurs de traction)

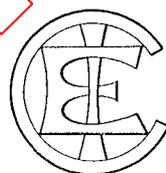
Publication No 34 — 5<sup>ème</sup> Edition  
2<sup>ème</sup> Partie

## I. E. C. Recommendations

on  
**Determination of Efficiency  
of Rotating Electrical  
Machinery**

(excluding Efficiency of  
Traction Motors)

Publication No 34 — 5<sup>th</sup> Edition  
Part II



Bureau Central de la C E I  
Genève (Suisse)

1955

*Droits de reproduction réservés*

Central Office of the I E C  
Geneva (Switzerland)

1955

*Copyright All rights reserved*

# Commission Electrotechnique Internationale

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

# International Electrotechnical Commission

(affiliated to the International Organization for Standardization - ISO)

## Recommandations de la C.E.I. relatives à la détermination du rendement des machines électriques tournantes

(à l'exclusion du rendement des  
moteurs de traction)

Publication No 34 — 5<sup>ème</sup> Edition  
2<sup>ème</sup> Partie

## I.E.C. Recommendations on Determination of Efficiency of Rotating Electrical Machinery

(excluding Efficiency of  
Traction Motors)

Publication No 34 — 5<sup>th</sup> Edition  
Part II



Bureau Central de la C E I  
Genève (Suisse)

1955

*Droits de reproduction réservés*

Central Office of the I E C  
Geneva (Switzerland)

1955

*Copyright All rights reserved*

## TABLE DES MATIÈRES

	<i>Pages</i>
Préambule	4
Préface	4
<i>Chapitres</i>	
Définition du rendement	8
Détermination du rendement	8
Nomenclature des pertes	
I Moteurs et génératrices à courant continu	8
II Moteurs et alternateurs d'induction polyphasés	12
III Moteurs et alternateurs synchrones polyphasés	16

## CONTENTS

	<i>Page</i>
Foreword	5
Preface	5
<i>Section</i>	
Definition of Efficiency	9
Determination of Efficiency	9
Schedules of losses	
<i>Schedule I</i> — D C Motors and Generators	9
<i>Schedule II</i> — Polyphase Induction Motors and Induction Generators	13
<i>Schedule III</i> — Polyphase Synchronous Motors and Generators	17

**RECOMMANDATIONS DE LA C.E.I. RELATIVES  
A LA DÉTERMINATION DU RENDEMENT DES MACHINES  
ÉLECTRIQUES TOURNANTES**

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

Publication 34 — 5<sup>ème</sup> Edition — 2<sup>ème</sup> Partie

**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 d'une réunion du Comité d'Etudes n° 2, Machines tournantes, tenue à Estoril, Portugal, en juillet 1951. C'est au cours de cette réunion qu'il fut décidé d'instituer un Sous-Comité pour préparer la publication

Ce Sous-Comité s'est réuni à Londres en avril 1952 et à Scheveningen en septembre 1952, et un projet fut soumis aux Comités nationaux en décembre 1952 pour approbation suivant la règle des Six Mois. Aucun pays ne vota contre l'approbation mais plusieurs Comités nationaux présentèrent des observations

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**I.E.C. RECOMMENDATIONS  
ON DETERMINATION OF EFFICIENCY OF ROTATING  
ELECTRICAL MACHINERY**

(excluding Machines for Traction Vehicles)

Publication 34 — 5th Edition — Part II

**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 the outcome of a meeting of Technical Committee No. 2, Rotating Machinery, held in Estoril, Portugal, in July, 1951. At this meeting it was decided to set up a Sub-Committee to prepare the Publication.

The Sub-Committee met in London in April, 1952 and in Scheveningen in September, 1952 and a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December, 1952. No country voted against approval, but several of the National Committees submitted comments.

Le projet, après avoir été modifié à la lumière des observations reçues, fut soumis aux Comités nationaux en janvier 1954 pour approbation suivant la procédure des Deux Mois. De nouveau, aucun pays ne vota contre l'approbation, les pays intéressés étant les suivants

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

La première partie de la Publication n° 34 est intitulée « Recommandations de la C E I pour les Machines électriques tournantes ». Elle n'est pas applicable aux moteurs de traction pour lesquels il convient de se référer à la Publication n° 48

The draft, amended in the light of the comments received, was again submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January, 1954, and again no country voted against approval. The countries concerned were as follows —

Argentina	Italy
Australia	Israel
Austria	Japan
Belgium	Netherlands
Brazil	Norway
Canada	Poland
Czechoslovakia	Portugal
Chile	Spain
Denmark	Sweden
Egypt	Switzerland
Finland	Union of South Africa
France	United Kingdom
Germany (Federal Republic)	United States of America
Hungary	U S S R
India	Yugoslavia

Part I of Publication No 34 is entitled "I E C Recommendations for Rotating Electrical Machinery". It does not cover traction motors for which reference should be made to Publication No 48

# RECOMMANDATIONS DE LA C.E.I. RELATIVES A LA DÉTERMINATION DU RENDEMENT DES MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

(à l'exclusion du rendement des moteurs de traction)

## DÉFINITION DU RENDEMENT

Le rendement d'une machine électrique tournante est le rapport de la puissance fournie par la machine à la puissance absorbée par celle-ci. Il est exprimé généralement en « pour cent »

## DÉTERMINATION DU RENDEMENT

Le rendement peut être mesuré par diverses méthodes. Quand il est déterminé par sommation des pertes séparées, les pertes à considérer pour les différents types de machines sont indiquées dans la nomenclature des pertes ci-après

*Nota* — Il n'est pas indiqué de nomenclature de pertes pour les commutatrices, les moteurs à courant alternatif à collecteur et les moteurs à induction monophasés, pour lesquels on utilise, en général, d'autres méthodes de détermination du rendement

## NOMENCLATURE DES PERTES

### I — MOTEURS ET GÉNÉRATRICES A COURANT CONTINU

Pour établir le rendement des moteurs ou des génératrices à courant continu, il y a lieu de tenir compte des pertes suivantes:

Pertes dans le circuit d'excitation	{	a) Pertes par effet Joule dans le circuit d'excitation shunt b) Pertes dans le rhéostat principal c) Pertes dans l'excitatrice
Pertes indépendantes du courant	{	d) Pertes dans le fer e) Pertes par frottement dans les paliers f) Pertes totales par ventilation g) Pertes par frottement des balais
Pertes normales dépendant du courant	{	h) Variation des pertes dans le fer, due à la charge j) Pertes par effet Joule dans l'enroulement induit k) Pertes par effet Joule dans les enroulements en série avec l'induit l) Pertes électriques dans les balais
Pertes supplémentaires en charge	{	m) Pertes supplémentaires dans le fer n) Pertes supplémentaires dans les conducteurs o) Pertes supplémentaires dans les balais

# I.E.C. RECOMMENDATIONS ON DETERMINATION OF EFFICIENCY OF ROTATING ELECTRICAL MACHINERY

(excluding Efficiency of Fraction Motors)

## DEFINITION OF EFFICIENCY

The efficiency of a rotating electrical machine is the ratio of the power output to the power input. It is generally expressed as a percentage.

## DETERMINATION OF EFFICIENCY

The efficiency can be measured by several methods. Where the efficiency is determined by the summation of losses, the losses to include for the different types of machines are given in the following schedules.

*Note* — Schedules of losses are not given for rotary converters, A.C. commutator motors and single phase induction motors, for which other methods of determination are generally used.

### SCHEDULE I

#### D.C. MOTORS AND GENERATORS

The following losses shall be included when preparing a statement of efficiency of D.C. motors and generators:—

Exciting circuit loss	{	(a) Shunt field $I^2R$ (b) Main rheostat loss (c) Exciter loss
Losses independent of current	{	(d) Core loss (e) Bearing friction (f) Total windage loss (g) Brush friction
Direct load loss	{	(h) Change in core loss due to load (j) $I^2R$ loss in armature windings (k) $I^2R$ loss in windings in series with the armature (l) Electrical losses in brushes
Stray load loss	{	(m) Stray-load loss in iron (n) Stray-load loss in conductors (o) Additional brush losses

a) Comprend les pertes par effet Joule dans le circuit d'excitation en dérivation ou séparée

b) Comprend les pertes dans le rhéostat placé dans le circuit d'excitation principal

c) Comprend toutes les pertes dans l'excitatrice lorsque celle-ci, formant partie intégrante d'un ensemble complet, est actionnée mécaniquement par l'arbre principal, et est utilisée exclusivement pour l'excitation de la machine, ainsi que les pertes dans le rhéostat d'excitation de cette excitatrice, à l'exception des pertes par frottement dans les paliers, qui sont comprises dans e), des pertes par ventilation qui sont comprises dans f), et des pertes par frottement des balais qui sont comprises dans g) Dans le cas d'une excitation séparée par d'autres moyens, tels que batterie, redresseur ou groupe moteur-générateur, il n'y a pas à tenir compte des pertes dans la source d'excitation séparée

d) Comprend les pertes dans le fer à vide, à la vitesse nominale, et sous une tension égale à la tension nominale

e) Comprend les pertes dans les paliers livrés avec la machine. Les pertes dans les paliers communs doivent être indiquées séparément, que ces paliers soient fournis ou non avec la machine

f) Comprend les pertes totales par ventilation dans la machine et éventuellement l'excitatrice, y compris la puissance absorbée par les ventilateurs faisant partie intégrante de la machine, ou par les ventilateurs extérieurs destinés exclusivement à la machine en question. Lorsque la machine est ventilée par une source d'air commune indépendante, les pertes dues au frottement de l'air dans les canalisations de ventilation extérieures à la machine, et celles des ventilateurs indépendants, fournissant l'air à ces canalisations, ne doivent pas être comprises dans ces pertes

g) Comprend les pertes par frottement des balais, y compris celles de l'excitatrice lorsqu'elle est entraînée mécaniquement

h) La somme des pertes d) et g) peut être considérée comme constituant les pertes dans le circuit magnétique en charge. Cette somme peut être prise normalement égale à d). Par accord spécial, dans le cas de machines à très basse tension et forte intensité de courant, cette somme est prise égale aux pertes dans le circuit magnétique à vide, sous une tension égale à la tension nominale corrigée de la chute par résistance. Il est reconnu que les machines à entrefer non uniforme nécessitent une considération spéciale

j), k) Comprend les pertes par effet Joule déterminées d'après l'intensité du courant et la résistance des enroulements. Lorsqu'une résistance de shuntage ou tout autre circuit est monté en parallèle avec un enroulement série, les pertes par effet Joule doivent être déterminées en partant du courant total et de la résistance résultante.

l) Comprend la somme des pertes par effet Joule dans les balais et les connexions et des pertes par contact des balais pour la machine tout entière. La somme de ces pertes est donnée par le produit de l'intensité du courant principal par une chute de tension fixée. Cette chute de tension, pour tous les balais de même polarité, est de 1,0 volt pour des balais en carbone ou en graphite, et de 0,3 volt pour des balais en carbone métallisé, ce qui revient à une chute de tension totale de 2,0 volts pour des balais en carbone ou en graphite, et de 0,6 volt pour des balais en carbone métallisé

m), n), o) *Pertes supplémentaires*

Les pertes supplémentaires doivent comprendre

m) Les pertes supplémentaires dans le circuit magnétique et dans les parties métalliques autres que les conducteurs,

n) Les pertes supplémentaires dans les conducteurs,

o) Les pertes supplémentaires dans les balais dues à la commutation

(a) The  $I^2R$  loss in the shunt or separately excited windings

(b) The loss in the rheostat in main exciter circuit

(c) All the losses in an exciter mechanically driven from the main shaft which forms part of the complete unit, and is used solely for exciting the machine, together with losses in the rheostat in the field circuit of such an exciter, with the exception of bearing loss which is included in (e), windage loss which is included in (f), and brush friction which is included in (g). In case of separate excitation by other means, such as a battery, rectifier, or motor-generator set, no allowance for losses of the excitation source is to be made

(d) Core loss at no-load and rated speed and rated terminal voltage

(e) Losses in bearings supplied with the machine shall be included. Losses in common bearings shall be stated separately whether or not they are supplied with the machine

(f) The total windage loss in the machine and exciter, if any, including the power absorbed in fans forming an integral part of the machine, or in external fans provided exclusively for the machine in question. When the machine is ventilated from a common independent air supply the windage losses in ventilating ducts external to the machine housing, and those of the external fans supplying air through such external ducts, shall not be included

(g) The brush friction, including that of the exciter if mechanically driven

(h) The sum of items (d) and (h) can be considered as constituting the core losses on load. Normally this sum can be taken equal to (d). By special agreement, in machines at very low voltage and heavy current, this sum will be taken equal to the core losses at no load, these losses being determined at a voltage equal to the rated voltage, plus or minus the ohmic drop in the machine. It is recognised that machines with graded gap require special consideration

(j), (k)  $I^2R$  losses determined from the currents and the resistances of the windings. In the case of diverters in parallel with a series winding, the  $I^2R$  losses should be determined using the total current and the resulting resistance

(l) The summation, for the entire machine, of the  $I^2R$  loss in brushes and connectors and brush contact loss. The sum of these losses shall be taken as the product of the main current and a fixed voltage drop. The volt drop allowed for all brushes of each polarity shall be 1.0 volt for carbon or graphite brushes and 0.3 volts for metal-carbon brushes, that is, a total drop of 2.0 volts for carbon or graphite brushes, and 0.6 volts for metal-carbon brushes

(m), (n), (o) *Stray-load loss*

The stray-load loss shall comprise the following —

(m) The stray-load loss in magnetic circuit and any other metal parts other than the conductors,

(n) The stray-load loss in conductors,

(o) The additional brush losses due to commutation

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, on admet que les pertes  $m$ ),  $n$ ),  $o$ ) varient comme le carré du courant et que leur valeur totale pour le courant nominal maximum est égale à

1% de la puissance conventionnelle définie ci-après pour les machines non compensées, et  
0,5% de cette puissance pour les machines compensées

Pour les machines à vitesse constante, la puissance conventionnelle dont il s'agit est la puissance utile qui serait obtenue pour le courant nominal maximum et la tension nominale maximum

Pour les moteurs à variation de vitesse par variation de la tension appliquée, cette puissance conventionnelle est définie pour chaque vitesse comme la puissance sur l'arbre obtenue lorsque le courant nominal maximum est associé à la tension correspondant à la vitesse considérée

Pour les moteurs à vitesse variable compensés ou non, dans lesquels l'augmentation de la vitesse est obtenue par affaiblissement du champ, la puissance conventionnelle est définie comme la puissance sur l'arbre obtenue lorsqu'on associe la tension nominale au courant nominal maximum, et les déductions pour les pertes supplémentaires à la vitesse minimum sont celles spécifiées ci-dessus. Les déductions aux autres vitesses s'obtiennent en multipliant les valeurs précédentes par le facteur donné dans le tableau I pour le rapport de vitesse considéré

TABLEAU I

Rapport des vitesses	Facteur de multiplication
1,5/1	1,4
2/1	1,7
3/1	2,5
4/1	3,2

Le rapport des vitesses figurant à la première colonne du tableau I est le rapport de la vitesse vraie considérée à la vitesse minimum pour service continu

Pour des rapports de vitesse différents de ceux indiqués dans ce tableau, on déterminera les facteurs de multiplication appropriés par interpolation

*Nota* — Les pertes supplémentaires peuvent être obtenues par un essai en charge ou en récupération, en soustrayant des pertes totales mesurées toutes les autres pertes connues

## TEMPÉRATURE DE RÉFÉRENCE

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, toutes les pertes par effet Joule doivent être ramenées à 75° C. Aucune correction de température ne doit être faite pour les autres pertes

*Nota* — La température de référence de 75° C peut être sujette à modification lorsque l'isolation utilisée permet des limites de température supérieures à celles des classes A et B

## II — MOTEURS ET ALTERNATEURS D'INDUCTION POLYPHASÉS

Pour établir le rendement des moteurs et alternateurs d'induction polyphasés, il y a lieu de tenir compte des pertes suivantes

Pertes indépendantes du courant	⎧	a) Pertes dans le circuit magnétique
		b) Pertes par frottement dans les paliers
		c) Pertes totales par ventilation
		d) Pertes par frottement des balais

Unless otherwise specified, it is assumed that the losses ( $m$ ), ( $n$ ) and ( $o$ ) vary as the square of the current and that their total value at maximum rated current is equal to

1% of the basic output for uncompensated machines, and

0.5% of the basic output for compensated machines

For constant speed machines, the basic output is taken as the output which would be obtained at maximum rated current and maximum rated voltage

For variable speed motors where the speed change is obtained by applied voltage, the basic output is defined at each speed as being the output at the shaft, when the maximum rated current at any speed is associated with the applied voltage of the particular speed considered.

For variable speed motors, whether compensated or uncompensated, where the speed increase is obtained by weakening the field, the basic output is defined as being the output at the shaft, when the rated voltage is associated with the maximum rated current, and the allowances for stray load loss at minimum speed shall be as above specified. The allowances at other speeds shall be obtained by multiplying the figures above specified by the multiplying factor given in Table I corresponding to the speed in question

TABLE I

Speed ratio	Multiplying factor
1½ : 1	1.4
2 : 1	1.7
3 : 1	2.5
4 : 1	3.2

The "speed ratio" of Column 1 in Table I shall be taken as the ratio of actual speed under consideration to the minimum rated speed for continuous running

For speed ratios other than those given in the Table the appropriate multiplying factors can be ascertained by interpolation

*Note* — The stray-load loss may be obtained from an input-output test or from a pump-back test by subtracting from the total measured losses all other known losses

#### REFERENCE TEMPERATURE

Unless otherwise specified, all  $I^2R$  losses shall be corrected to 75° C. For other losses, no temperature correction shall be made

*Note* — The reference temperature of 75° C may have to be adjusted when classes of insulation with higher temperature limits than A and B are used

#### SCHEDULE II

##### POLYPHASE INDUCTION MOTORS AND INDUCTION GENERATORS

The following losses shall be included when preparing a statement of efficiency of polyphase induction motors and induction generators:—

Losses independent of current	}	(a) Core loss
		(b) Bearing friction
		(c) Total windage loss
		(d) Brush friction

Pertes normales dépendant du courant	{	e) Pertes par effet Joule dans l'enroulement du stator f) Pertes par effet Joule dans l'enroulement du rotor g) Pertes électriques dans les balais
Pertes supplémentaires en charge	{	h) Pertes supplémentaires dans le fer j) Pertes supplémentaires dans les conducteurs

*Nota* — Lorsque des machines auxiliaires, telles que des compensateurs de phase, sont entraînées mécaniquement par l'arbre principal, les pertes de ces machines auxiliaires doivent être comprises de la même manière que celles des excitatrices dans le cas des machines synchrones. Les pertes dans les compensateurs de phase ou autres machines de réglage, entraînées séparément, ne doivent pas être comprises.

a) Comprend les pertes dans le fer à vide, à la vitesse de marche à vide, à la tension nominale, et à la fréquence nominale.

b) Comprend les pertes dans les paliers livrés avec la machine. Les pertes dans les paliers communs doivent être indiquées séparément, que ces paliers soient fournis ou non avec la machine.

c) Comprend les pertes totales par ventilation dans la machine et éventuellement les machines auxiliaires, y compris la puissance absorbée par les ventilateurs faisant partie intégrante de la machine, ou par les ventilateurs extérieurs destinés exclusivement à la machine en question. Lorsque la machine est ventilée par une source d'air commune indépendante, les pertes dues au frottement de l'air dans les canalisations de ventilation extérieures à la machine, et celles des ventilateurs indépendants, fournissant l'air à ces canalisations, ne doivent pas être comprises dans ces pertes.

d) Comprend les pertes par frottement des balais (seulement lorsque les balais ne sont pas relevés).

e) Comprend les pertes par effet Joule dans l'enroulement du stator, déterminées d'après l'intensité du courant et la résistance des enroulements.

f) Les pertes par effet Joule dans l'enroulement du rotor peuvent être déterminées d'après l'intensité du courant et la résistance des enroulements. Les pertes totales dans le circuit du rotor, c'est-à-dire la somme des pertes f) et éventuellement de g) et de la faible part des pertes h) et j) qui se rapporte au rotor, peuvent être déterminées d'après le glissement par la formule suivante :

$$\text{Pertes électriques totales dans le rotor} = \text{puissance absorbée par le rotor} \times \frac{\text{glissement en \%}}{100}$$

*Nota* — Dans cette formule, la puissance absorbée par le rotor est prise égale à la puissance fournie à la machine, diminuée des quantités a) Pertes dans le circuit magnétique, et e) Pertes par effet Joule dans l'enroulement du stator.

g) A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, la chute de tension pour tous les balais d'une même phase est de 1 volt pour des balais en carbone ou en graphite, et de 0,3 volt pour des balais en carbone métallisé.

#### *h), j) Pertes supplémentaires*

Les pertes supplémentaires doivent comprendre :

h) Les pertes dans le circuit magnétique et dans les parties métalliques autres que les conducteurs,

j) Les pertes supplémentaires dans les conducteurs.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, on admet que ces pertes varient comme le carré du courant primaire et que leur valeur totale à pleine charge est égale à 0,5% de la puissance nominale.

*Nota* — Les pertes supplémentaires peuvent être obtenues par un essai en charge ou en récupération, en soustrayant des pertes totales mesurées toutes les autres pertes connues.

Direct load loss	{	(e) I <sup>2</sup> R loss in stator windings
		(f) I <sup>2</sup> R loss in rotor windings
		(g) Electrical losses in brushes
Stray-load loss	{	(h) Stray-load loss in iron
		(j) Stray-load loss in conductors

*Note* — In the case of auxiliary machines, such as phase advancers driven mechanically from the main shaft, the losses in such auxiliary machines should be included in the same way as the exciter losses are included for synchronous machines. Losses in separately driven phase advancers or regulating sets should not be included.

(a) Core loss at no-load and no-load speed, with rated terminal voltage and rated frequency

(b) Losses in bearings supplied with the machine shall be included. Losses in common bearings shall be stated separately whether or not they are supplied with the machine.

(c) The total windage loss in the machine and auxiliary machines, if any, including the power absorbed in fans forming an integral part of the machine, or in external fans provided exclusively for the machine in question. When the machine is ventilated from a common independent air supply, the windage losses in ventilating ducts external to the machine housing, and those of the external fans supplying air through such external ducts, shall not be included.

(d) The brush friction (included when brushes are not lifted)

(e) The I<sup>2</sup>R loss in the stator windings determined from the current and the resistance of the windings

(f) The I<sup>2</sup>R loss in the rotor windings may be determined from the current and the resistance of the windings. The total loss in the rotor circuit, that is, the sum of (f) and (g) (if any), together with that small part of (h) and (j) which pertains to the rotor, may be determined from the slip by the following formula —

$$\text{Total electrical loss of rotor} = \text{Rotor Input} \times \frac{\text{per cent slip}}{100}$$

*Note* — In this formula, the rotor input is equal to the power input to the machine less items (a) Core loss, and (e) I<sup>2</sup>R loss in stator windings.

(g) Unless otherwise specified, the volt drop allowed for all brushes of each phase shall be 1.0 volt for carbon or graphite brushes and 0.3 volt for metal-carbon brushes.

(h), (j) *Stray-load loss*

The stray-load loss shall comprise the following —

(h) The stray-load loss in magnetic circuit and any other metal parts other than the conductors,

(j) The stray-load loss in conductors

Unless otherwise specified, it is assumed that the losses (h) and (j) vary as the square of the primary current and that their value at full load is equal to 0.5% of the rated output.

*Note* — The stray-load loss may be measured from an input-output test, or from a pump-back test by subtracting from the total measured losses all other known losses.

## TEMPÉRATURE DE RÉFÉRENCE

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, toutes les pertes par effet Joule doivent être ramenées à 75° C. Aucune correction de température ne doit être faite pour les autres pertes.

*Nota* — La température de référence de 75° C peut être sujette à modification lorsque l'isolation utilisée permet des limites de température supérieures à celles des classes A et B.

### III — MOTEURS ET ALTERNATEURS SYNCHRONES POLYPHASÉS

Pour établir le rendement des moteurs et alternateurs synchrones polyphasés, il y a lieu de tenir compte des pertes suivantes:

Pertes dans le circuit d'excitation	{	a) Pertes par effet Joule dans le circuit d'excitation b) Pertes dans le rhéostat principal c) Pertes électriques dans les balais d) Pertes dans l'excitatrice
Pertes indépendantes du courant	{	e) Pertes dans le circuit magnétique f) Pertes par frottement dans les paliers g) Pertes totales par ventilation h) Pertes par frottement des balais
Pertes normales dépendant du courant	{	j) Pertes par effet Joule dans l'enroulement induit
Pertes supplémentaires en charge	{	k) Pertes supplémentaires dans le fer l) Pertes supplémentaires dans les conducteurs

a) Comprend les pertes par effet Joule dans l'enroulement d'excitation, ramenées à 75° C.

b) Comprend les pertes dans le rhéostat placé dans le circuit d'excitation principal.

c) A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, la chute de tension pour tous les balais de même polarité est de 1 volt pour des balais en carbone ou en graphite, et de 0,3 volt pour des balais en carbone métallisé.

d) Comprend toutes les pertes dans l'excitatrice lorsque celle-ci, formant partie intégrante d'un ensemble complet, est actionnée mécaniquement par l'arbre principal, et est utilisée exclusivement pour l'excitation de la machine, ainsi que les pertes dans le rhéostat d'excitation de cette excitatrice, à l'exception des pertes par frottement dans les paliers qui sont comprises dans f), des pertes par ventilation qui sont comprises dans g), et des pertes par frottement des balais qui sont comprises dans h).

Les pertes dans les engrenages, courroies, ou commandes similaires entre l'arbre principal et l'excitatrice, doivent être comprises.

Comprend également les pertes dans tout appareil d'auto-excitation et de réglage recevant sa puissance du réseau à courant alternatif relié aux bornes de la machine synchrone.

Dans le cas d'une excitation séparée par d'autres moyens, tels que batterie, redresseur ou groupe moteur-générateur, il n'y a pas à tenir compte des pertes dans la source d'excitation séparée.

e) Comprend les pertes dans le fer à vide, à la vitesse nominale, et sous une tension égale à la tension nominale.

f) Comprend les pertes dans les paliers livrés avec la machine. Les pertes dans les paliers communs doivent être indiquées séparément, que ces paliers soient fournis ou non avec la machine.