

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
34-19**

Première édition
First edition
1995-07

Machines électriques tournantes –

Partie 19:

Méthodes spécifiques d'essai pour machines
à courant continu à alimentation conventionnelle
ou redressée

Rotating electrical machines –

Part 19:

Specific test methods for d.c. machines
on conventional and rectifier-fed supplies



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 34-19: 1995

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel, index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
34-19**

Première édition
First edition
1995-07

Machines électriques tournantes –

Partie 19:

Méthodes spécifiques d'essai pour machines
à courant continu à alimentation conventionnelle
ou redressée

Rotating electrical machines –

Part 19:

Specific test methods for d.c. machines
on conventional and rectifier-fed supplies

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun pro-
cédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et
les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in
any form or by any means, electronic or mechanical,
including photocopying and microfilm, without permission
in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application et objet	10
2 Références normatives	10
3 Détermination de l'ondulation du courant et de la tension	10
3.1 Généralités	10
3.2 Ondulation du courant	12
3.3 Ondulation de la tension	12
3.4 Mesures des valeurs moyennes	12
3.5 Mesures des valeurs moyennes quadratiques	12
3.6 Calcul des facteurs d'ondulation et des facteurs de forme de la tension et du courant	12
4 Détermination de l'inductance équivalente du circuit d'induit	12
4.1 Procédure à appliquer avant de commencer les essais	12
4.2 Mesure de l'inductance du circuit d'induit des machines à excitation en dérivation ou composée	14
4.3 Mesure de l'inductance du circuit d'induit d'une machine à excitation série ..	14
4.4 Calcul de l'inductance d'induit L_a à partir d'une mesure directe	14
4.5 Inductance du circuit d'induit saturé en charge	14
5 Détermination de l'inductance de l'enroulement de champ en dérivation	14
5.1 Généralités	14
5.2 Inductance non saturée de l'enroulement de champ en dérivation	16
5.3 Inductance saturée de l'enroulement de champ en dérivation	16
5.4 Inductance de l'enroulement de champ en dérivation en négligeant l'effet des courants de Foucault	16
5.5 Inductance de l'enroulement de champ en dérivation en tenant compte de l'effet des courants de Foucault	18
6 Détermination de la bande noire	18
6.1 Objet des essais de bande noire	18
6.2 Procédure pour l'essai de bande noire	20
6.3 Détermination de la f.m.m. minimale de l'enroulement de commutation	20
6.4 Calcul de la largeur de la bande noire (Δ_n) et de la déviation de la bande noire (Y_n)	22
6.5 Essais de bande noire des moteurs alimentés par redresseurs	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope and object	11
2 Normative references	11
3 Determination of current and voltage ripple	11
3.1 General	11
3.2 Current ripple	13
3.3 Voltage ripple	13
3.4 Measurement of the average values	13
3.5 Measurement of root-mean-square values	13
3.6 Calculation of voltage and current ripple factors and form factor	13
4 Determination of the equivalent armature circuit inductance	13
4.1 Procedure performed before starting the tests	13
4.2 Measurement of armature inductance of shunt and compound-wound machines	15
4.3 Measurement of armature circuit inductance of series excited machine	15
4.4 Calculation of armature inductance L_a on the basis of direct measurement ..	15
4.5 Saturated armature circuit inductance at a loaded condition	15
5 Determination of shunt-field inductance	15
5.1 General	15
5.2 Unsaturated shunt-field inductance	17
5.3 Saturated shunt-field inductance	17
5.4 Shunt-field inductance without consideration of eddy current effect	17
5.5 Shunt-field inductance with consideration of eddy current effect	19
6 Determination of black band zone	19
6.1 Purpose of black band testing	19
6.2 Procedure for black band testing	21
6.3 Determination of the minimum m.m.f. of the commutating winding	21
6.4 Calculation of black-band width (Δ_n) and black-band shift (Y_n)	23
6.5 Black-band testing for rectifier-fed motors	23

Articles	Pages
7 Détermination de la vitesse maximale admise de variation du courant d'induit	22
8 Pertes supplémentaires et rendement des moteurs à courant continu alimentés par redresseur	26
8.1 Généralités	26
8.2 Procédure de mesurage	26
8.3 Calcul du rendement	26
9 Détermination de la variation de vitesse	26
9.1 Généralités	26
9.2 Conditions d'essai	26
9.3 Procédure d'essai	28
9.4 Détermination de la variation de vitesse	28
Figures	30

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60034-19:1995

Clause	Page
7 Determination of the maximum permissible rate of change of armature current	23
8 Additional losses and efficiency of rectifier-fed d.c. motors	27
8.1 General	27
8.2 Procedure for measurement	27
8.3 Calculation of efficiency	27
9 Determination of speed regulation	27
9.1 General	27
9.2 Conditions of the test to be performed	27
9.3 Procedure of the test	29
9.4 Determination of speed regulation	29
Figures	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 19: Méthodes spécifiques d'essai pour machines à courant continu à alimentation conventionnelle ou redressée

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 34-19 a été établie par le sous-comité 2G: Méthodes et procédures d'essai, du comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapports de vote
2G(BC)23	2G(BC)24 2G(BC)24A

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 19: Specific test methods for d.c. machines on
conventional and rectifier-fed supplies

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 34-19 has been prepared by sub-committee 2G: Test methods and procedures, of IEC technical committee 2: Rotating machinery.

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

DIS	Reports on voting
2G(CO)23	2G(CO)24 2G(CO)24A

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

INTRODUCTION

La CEI 34-1 spécifie les règles générales pour toutes les machines tournantes y compris les machines à courant continu. La présente norme s'applique aux méthodes spécifiques d'essai pour des machines à courant continu conventionnelles et des machines à courant continu alimentées par redresseur et décrit les procédures d'essai.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60034-19:1995

Withd2AM

INTRODUCTION

IEC 34-1 specifies general requirements for all rotating machines including d.c. machines. This standard deals with specific test methods for conventional and rectifier-fed d.c. machines and gives the description of test procedures.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60034-19:1995

Withd2M

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 19: Méthodes spécifiques d'essai pour machines à courant continu à alimentation conventionnelle ou redressée

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 34 s'applique aux machines à courant continu de puissance assignée supérieure ou égale à 1 kW à alimentation conventionnelle ou par redresseur, à l'exception de celles couvertes par d'autres normes de la CEI, par exemple la CEI 349.

L'objet de la présente norme est d'établir les méthodes de détermination des grandeurs caractéristiques des machines à courant continu conventionnelles et alimentées par redresseur.

Il n'est pas prévu que cette norme puisse être interprétée comme impliquant l'exécution sur une machine donnée de l'un ou de l'ensemble des essais qui y sont décrits. Il convient que les essais particuliers à effectuer fassent l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 34. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 34 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 34-1: 1994, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 34-2: 1972, *Machines électriques tournantes – Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)*

CEI 349: 1991, *Traction électrique – Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers*

3 Détermination de l'ondulation du courant et de la tension

3.1 Généralités

Le but de cet essai est de déterminer les variations de la tension aux bornes et du courant d'induit pour les machines à courant continu alimentées par redresseur dans les conditions assignées.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 19: Specific test methods for d.c. machines on conventional and rectifier-fed supplies

1 Scope and object

This part of IEC 34 applies to d.c. machines of 1 kW rated output power and above on conventional and rectifier-fed supplies except those covered by other IEC standards, for example IEC 349.

The object of this standard is to establish methods for determining characteristic quantities for conventional and rectifier-fed d.c. machines.

It is not intended that this standard should be interpreted as requiring the carrying out of any or all of the tests described therein on any given machine. The particular tests to be carried out should be subject to a special agreement between manufacturer and purchaser.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 34. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 34 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 34-1: 1994, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 34-2: 1972, *Rotating electrical machines – Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles)*

IEC 349: 1991, *Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles*

3 Determination of current and voltage ripple

3.1 General

This test is to find the variation of the terminal voltage and armature current for rectifier-fed d.c. machines at rated conditions.

3.2 Ondulation du courant

Il est recommandé de mesurer l'amplitude crête à crête du courant d'induit avec un oscilloscope qui puisse mesurer les valeurs du courant continu et alternatif. Une autre méthode consiste à utiliser un voltmètre de crête à crête indiquant la chute de tension dans une résistance non inductive connectée en série dans le circuit d'induit.

3.3 Ondulation de la tension

Les variations de la tension de crête à crête peuvent être mesurées à l'aide d'un oscilloscope, d'un oscillographe convenable ou d'un voltmètre électronique de crête à crête avec un condensateur de blocage de valeur suffisante pour ne pas affecter les indications du courant alternatif.

Il est à noter qu'en mesurant les valeurs de crête à crête, on peut négliger les écarts par rapport à la courbe fondamentale, dus aux pointes à haute fréquence.

3.4 Mesures des valeurs moyennes

En cas de source redressée, les valeurs moyennes du courant et de la tension d'induit peuvent être mesurées par des instruments magnétoélectriques ou d'autres instruments, y compris des instruments digitaux, assurant une prise en compte correcte des valeurs moyennes.

3.5 Mesures des valeurs moyennes quadratiques

Les valeurs moyennes quadratiques peuvent être mesurées par des instruments électrodynamiques, électromagnétiques ou d'autres instruments, y compris des instruments digitaux assurant une prise en compte correcte des valeurs moyennes quadratiques. Il convient de ne pas utiliser les instruments à courant alternatif avec redresseurs parce qu'ils ne sont sensibles qu'à une partie du signal du courant ou de la tension, ni les instruments dont l'étalonnage est basé sur l'hypothèse d'un signal sinusoïdal. L'observation des signaux du courant et de la tension par l'oscilloscope est recommandée.

3.6 Calcul des facteurs d'ondulation et des facteurs de forme de la tension et du courant

Les facteurs d'ondulation et les facteurs de forme de la tension et du courant doivent être calculés en utilisant les formules de la CEI 34-1, en prenant les valeurs maximale, minimale, moyenne et moyenne quadratique de la forme d'onde conformément à 3.2 à 3.5 de la présente partie.

4 Détermination de l'inductance équivalente du circuit d'induit

4.1 Procédure à appliquer avant de commencer les essais

Il est recommandé de mesurer l'inductance du circuit d'induit par application d'un courant alternatif monophasé à 50 Hz à 60 Hz aux bornes du circuit d'induit de la machine. L'induit doit être bloqué afin d'empêcher le mouvement. Si le courant alternatif est limité à 20 % approximativement du courant assigné de la machine afin d'éviter le suréchauffement des balais ou du collecteur pendant les essais de courte durée, on peut utiliser des balais de charbon normaux. Avant le début de l'essai, les balais doivent être ajustés à la surface du collecteur et vérifiés.

3.2 *Current ripple*

The peak-to-peak amplitude of the armature current ripple is best measured on an oscilloscope incorporating capability for reading both d.c. and a.c. values. An alternative method is to use a peak-to-peak reading voltmeter, reading the voltage drop across a non-inductive resistor in series with the armature circuit.

3.3 *Voltage ripple*

The peak-to-peak amplitude of the voltage ripple may be measured using an oscilloscope, a suitable oscillograph or an electronic peak-to-peak reading voltmeter in series with an appropriate blocking capacitor of sufficient size not to affect the a.c. readings.

It should be noted that in measuring the peak-to-peak value, deviations from the main waveform due to high frequency spikes should be ignored.

3.4 *Measurement of the average values*

In the case of a rectifier supply, the average d.c. values of armature voltage and current can be measured using permanent-magnet moving-coil type instruments, or other instruments including digital instrumentation known to provide true average readings.

3.5 *Measurement of root-mean-square values*

Root-mean-square values can be measured with electrodynamicometer type, moving-iron type, or other instrument types including digital instrumentation known to provide true r.m.s. readings. AC instrumentation of the type using rectifiers to sense only a portion of the voltage or current signal and instruments whose calibration is based on the assumption of a sinusoidal waveform should not be used. Oscilloscope observations of the voltage and current signals are recommended.

3.6 *Calculation of voltage and current ripple factors and form factor*

The voltage and current ripple factors and form factor shall be calculated using the formulae of IEC 34-1 with maximum, minimum, average and r.m.s. waveform values measured according to 3.2 to 3.5 of this part.

4 *Determination of the equivalent armature circuit inductance*

4.1 *Procedure performed before starting the tests*

It is recommended to measure the armature circuit inductance by applying single phase 50 Hz or 60 Hz alternating current to the armature circuit terminals of the machine. The armature shall be locked to prevent rotation. Normal carbon brushes can be used if the alternating current is limited to approximately 20 % of the current rating of the machine to avoid overheating of the brushes or of the commutator during the brief tests. The brushes shall be completely bedded into the commutator surface and inspected before the test is started.

4.2 *Mesure de l'inductance du circuit d'induit des machines à excitation en dérivation ou composée*

L'essai pour une machine à excitation en dérivation ou composée doit être effectué pour les conditions saturée et non saturée.

Dans le cas des essais à des valeurs non saturées, l'enroulement de champ en dérivation doit être court-circuité pour éviter d'induire de hautes tensions dans l'enroulement. Dans le cas des essais à des valeurs saturées, l'enroulement de champ en dérivation est excité au courant assigné par une source d'alimentation à courant continu dont le taux d'ondulation en courant ne dépasse pas 6 %.

4.3 *Mesure de l'inductance du circuit d'induit d'une machine à excitation série*

L'essai pour une machine à excitation série doit être effectué seulement dans les conditions saturées. Cet essai doit être effectué avec l'enroulement de champ en série excité au courant assigné séparément de la source de courant continu dont le facteur d'ondulation de courant est inférieur ou égal à 6 %.

L'inductance saturée déterminée de cette façon ne doit pas inclure l'inductance associée à l'enroulement de champ en série qui doit être déterminée comme décrit en 5.3 pour l'essai de l'enroulement de champ en dérivation à des valeurs saturées.

4.4 *Calcul de l'inductance d'induit L_a à partir d'une mesure directe*

La valeur de l'inductance d'induit L_a est:

$$L_a = \frac{U \cdot \sin \theta}{2\pi \cdot f \cdot I}$$

où les valeurs moyennes quadratiques de la tension U , du courant I et de la fréquence f sont déterminées par une mesure directe. L'angle de phase θ entre le courant et la tension doit être observé en utilisant des moyens convenables, comme un oscilloscope ou un phasemètre ou par une méthode indirecte, par exemple à l'aide d'un wattmètre.

4.5 *Inductance du circuit d'induit saturé en charge*

Pour déterminer l'inductance du circuit d'induit saturé en charge, la machine à l'essai doit fonctionner en génératrice, à un courant dont la valeur est presque égale au courant spécifié, et un courant alternatif d'amplitude égale à environ 20 % du courant assigné doit être superposé au courant continu en utilisant un alternateur, un condensateur C et une inductance L , comme indiqué à la figure 1.

La valeur de l'inductance du circuit d'induit est calculée à partir de la même équation que celle de 4.4 en utilisant les valeurs moyennes quadratiques de la tension alternative U et du courant alternatif I .

5 *Détermination de l'inductance de l'enroulement de champ en dérivation*

5.1 *Généralités*

L'inductance de l'enroulement de champ en dérivation est déterminée par la vitesse de montée du courant dans l'enroulement de champ en dérivation. L'inductance effective de l'enroulement de champ en dérivation est calculée à partir de la vitesse de montée du flux d'axe direct, ce qui est déterminé par la tension d'induit apparaissant aux balais. Au cours

4.2 *Measurement of armature inductance of shunt and compound-wound machines*

The armature circuit inductance of shunt and compound-wound machines is to be measured for both unsaturated and saturated conditions.

For the unsaturated test the shunt-field winding shall be short-circuited to avoid high voltages being induced in the winding. For the saturated test the shunt field is excited at rated current from a d.c. power supply, having a current ripple factor not exceeding 6 %.

4.3 *Measurement of armature circuit inductance of series-excited machine*

The test on a series-excited machine is to be done for the saturated condition only. This test shall be carried out with the series-field winding separately excited at rated current using a d.c. power supply having a current ripple factor not exceeding 6 %.

The saturated inductance, so determined, does not include the inductance contributed by the series fields which shall be determined as described in 5.3 for the saturated shunt field test.

4.4 *Calculation of armature inductance L_a on the basis of direct measurement*

The armature inductance L_a is given by:

$$L_a = \frac{U \sin \theta}{2\pi \cdot f \cdot I}$$

where the r.m.s. value of voltage U , current I and frequency f are determined by direct measurement. The phase angle θ between voltage and current shall be observed using suitable means such as an oscilloscope or a phasemeter, or by an indirect method, e.g. with a wattmeter.

4.5 *Saturated armature circuit inductance at a loaded condition*

To find the saturated armature circuit inductance at a loaded condition, the machine to be tested shall be operated as a generator at about the specified load current, and an a.c. current of about 20 % of the rated current shall be superposed on the d.c. load current by using an a.c. generator, a capacitor C and an inductor L , as shown in figure 1.

The armature circuit inductance is calculated by the same equation as that in 4.4, using the r.m.s. values of a.c. voltage U and a.c. current I .

5 *Determination of shunt-field inductance*

5.1 *General*

The shunt-field inductance is to be determined from the rate of build-up of shunt-field current upon abrupt application of voltage to the shunt-field terminals. The effective shunt-field inductance is calculated from the rate of build-up of direct-axis flux as indicated by the armature voltage appearing at the brushes. During the test the machine is

de l'essai la machine tourne à la vitesse assignée correspondant à la pleine excitation à circuit d'induit ouvert. L'essai doit être effectué à la fois dans les conditions saturées et non saturées.

5.2 Inductance non saturée de l'enroulement de champ en dérivation

Pour déterminer l'inductance non saturée l'enroulement de champ en dérivation doit être excité par une source de tension ayant une variation de moins de 2 % à la pleine excitation assignée de la machine à l'essai. La tension de l'enroulement de champ en dérivation est cyclée lentement deux fois entre la valeur créant la tension assignée et zéro, puis la tension d'induit est réduite jusqu'à environ 50 % de la tension assignée.

Après avoir relevé la tension de champ en dérivation, celle-ci est ramenée à zéro, le circuit de champ est ouvert et la tension de champ en dérivation est rétablie à la valeur relevée. Le circuit de champ en dérivation est fermé, puis la tension et le courant de champ en dérivation ainsi que la tension d'induit sont observés et enregistrés en fonction du temps.

5.3 Inductance saturée de l'enroulement de champ en dérivation

Pour déterminer l'inductance saturée, l'excitation de l'enroulement de champ en dérivation doit être établie (voir figure 2) de sorte qu'une variation brusque de la tension de champ entraîne une variation de la tension à circuit ouvert de 90 % à 110 % de la valeur assignée. Quand l'interrupteur est fermé, la tension d'alimentation de l'enroulement de champ en dérivation U_f est réglée pour obtenir un courant de champ produisant 110 % de la tension d'induit assignée. Quand l'interrupteur est ouvert, R_{ext} (voir figure 2) est modifié deux fois entre les valeurs produisant 90 % et 110 % de la tension assignée de l'induit en terminant par la valeur de 90 %. Ensuite l'interrupteur est fermé et la tension d'alimentation et le courant de l'enroulement de champ ainsi que la tension d'induit sont observés et enregistrés en fonction du temps.

5.4 Inductance de l'enroulement de champ en dérivation en négligeant l'effet des courants de Foucault

Lorsque l'effet des courants de Foucault dans le noyau de fer peut être négligé, les valeurs expérimentales de l'inductance de l'enroulement de champ en dérivation doivent être évaluées à partir des formules suivantes:

$$L_f = R_f \cdot T_{fl}$$

$$L_{feff} = R_f \cdot T_{aU}$$

où

L_f est l'inductance de l'enroulement de champ en dérivation;

L_{feff} est la valeur effective de l'inductance de l'enroulement de champ en dérivation;

R_f est la résistance en courant continu de l'enroulement de champ en dérivation mesurée juste après que l'essai a été effectué;

T_{fl} est le temps d'obtention de 63,2 % de la variation du courant de champ;

T_{aU} est le temps d'obtention de 63,2 % de la variation de la tension d'induit.

driven at rated full-field speed with the armature open-circuited. The test is to be done for both unsaturated and saturated conditions.

5.2 *Unsaturated shunt-field inductance*

To find the unsaturated inductance, the shunt-field shall be excited from a voltage source having a regulation at rated full-field excitation of the test machine of less than 2 %. The shunt-field voltage is slowly cycled twice between the value yielding rated armature voltage and zero and then the armature voltage is reduced to approximately 50 % of rated value.

After noting the shunt-field voltage, that is reduced to zero, the field circuit is opened, and the shunt-field voltage is reset to the noted value. The shunt-field circuit is closed and then the shunt-field voltage and current, and the armature voltage are observed and recorded against time.

5.3 *Saturated shunt-field inductance*

To find the saturated inductance, the shunt-field excitation shall be established (see figure 2) so as to allow an abrupt change in field voltage to produce a change in open circuit armature voltage from 90 % to 110 % rated value. With the switch closed, the shunt-field supply voltage U_f is adjusted to produce a field current yielding 110 % of rated armature voltage. With the switch opened, R_{ext} (see figure 2) is cycled twice between the values yielding 90 % and 110 % of rated armature voltage, finishing at the 90 % value. The switch is then closed and the shunt-field voltage and current and the armature voltage are observed and recorded against time.

5.4 *Shunt-field inductance without consideration of eddy current effect*

When the effect of eddy current in the iron core may be neglected the experimental values of shunt-field inductance shall be evaluated from the following expressions:

$$L_f = R_f \cdot T_{fl}$$

$$L_{feff} = R_f \cdot T_{au}$$

where

L_f is the shunt-field inductance;

L_{feff} is the shunt-field effective inductance;

R_f is the d.c. shunt-field resistance measured directly after the test has been completed;

T_{fl} is the time to achieve 63,2 % of field-current change;

T_{au} is the time to achieve 63,2 % of armature-voltage change.

En indiquant les valeurs de l'inductance de l'enroulement de champ on doit indiquer si elle correspondent aux conditions saturées ou non saturées.

5.5 Inductance de l'enroulement de champ en dérivation en tenant compte de l'effet des courants de Foucault

L'inductance de l'enroulement de champ peut être déterminée en tenant compte de l'effet des courants de Foucault dans le noyau en fer de la machine sur le courant de champ en régime transitoire.

Les valeurs $(I_{f\infty} - I_f)/I_{f\infty}$ en fonction du temps t sont tracées sur un papier semi-logarithmique en utilisant l'échelle logarithmique pour les valeurs citées ci-dessus, où I_f est l'amplitude de variation du courant de champ après l'application brusque de la tension de champ et $I_{f\infty}$ la valeur finale de I_f . A la figure 3 sont présentés deux points p et q choisis arbitrairement sur la portion rectiligne du tracé. La valeur «a» est lue en échelle logarithmique à l'intersection du prolongement de la ligne droite passant par les deux points p et q avec l'axe des ordonnées. La valeur «c» doit être calculée de la façon suivante:

$$c = \frac{\log_e b_1 - \log_e b_2}{t_2 - t_1}$$

où b_1 et b_2 sont les valeurs de $(I_{f\infty} - I_f)/I_{f\infty}$ respectivement aux instants t_1 et t_2 .

La valeur de l'inductance de l'enroulement de champ est la suivante:

$$L_f = R_f \frac{a}{c}$$

où R_f est la résistance de l'enroulement de champ.

NOTE - L'équation de l'inductance de l'enroulement de champ est basée sur l'expression approximative suivante:

$$I_f = I_{f\infty} \cdot \left(1 - \frac{T_f}{T_f + T_e} \cdot e^{-\frac{t}{T_f + T_e}} \right)$$

où

T_f est la constante de temps du circuit de champ, et T_e la constante du temps du circuit équivalent aux courants de Foucault.

6 Détermination de la bande noire

6.1 Objet des essais de bande noire

L'objet des essais de bande noire est de déterminer les limites de la force magnétomotrice (f.m.m.) des pôles de communication entre lesquelles la commutation sans étincelles est obtenue pour des courants de charge allant jusqu'au courant assigné au moins. Pour faire varier la f.m.m. des pôles auxiliaires, un générateur à basse tension est connecté en parallèle avec les bornes de l'enroulement des pôles de commutation (et également de l'enroulement de compensation, le cas échéant).

In declaring values of inductance it shall be stated whether the value refers to the saturated or unsaturated condition.

5.5 Shunt-field inductance with consideration of eddy current effect

The field inductance can be calculated with consideration of the effect of eddy currents in the iron core of the machine on the transient field current.

The values of $(I_{f\infty} - I_f)/I_{f\infty}$ against time t are plotted on a semilogarithmic paper using the logarithmic scale for the former, where I_f is the magnitude of change in field current after the abrupt application of field voltage and $I_{f\infty}$ is the ultimate value of I_f . In figure 3 two points p and q are arbitrarily chosen within the straight part of the plot. The value "a" is read on the logarithmic scale at the intersection of the extension of the straight line passing through the two points p and q with the ordinate. The value "c" shall be calculated by:

$$c = \frac{\log_e b_1 - \log_e b_2}{t_2 - t_1}$$

where

b_1 and b_2 are the values of $(I_{f\infty} - I_f)/I_{f\infty}$ at the time t_1 and t_2 respectively.

The value of the field inductance is as follows:

$$L_f = R_f \frac{a}{c}$$

where R_f is the field resistance.

NOTE - This formula is based on the following approximate equation:

$$I_f = I_{f\infty} \cdot \left(1 - \frac{T_f}{T_f + T_e} \cdot e^{-\frac{t}{T_f + T_e}} \right)$$

where

T_f is the time constant of the field circuit and T_e is the time constant of the equivalent eddy current circuit.

6 Determination of black band zone

6.1 Purpose of black band testing

The purpose of black band testing is to find the limits for the magnetomotive force (m.m.f.) of the commutating poles, between which sparkless commutation is attainable for load currents up to not less than rated current. To vary the commutating pole magnetizing strength, a low voltage generator is connected in parallel across the commutating pole winding (and compensating winding, if fitted).

6.2 Procédure pour l'essai de bande noire

L'essai de bande noire est applicable pour tous les types de machines ayant des pôles de commutation et doit être effectué à la vitesse assignée de base et à la vitesse assignée maximale (le cas échéant). Si possible l'essai doit être effectué avec la machine en charge. Pour les machines de puissance assignée égale ou supérieure à 500 kW, l'essai de bande noire peut être effectué en régime de générateur en court-circuit. Si l'essai est effectué sur la machine fonctionnant en moteur, celle-ci doit être alimentée par une source de courant lisse (sans ondulation).

Pour obtenir les résultats les plus fiables, il est recommandé d'effectuer les essais sur la machine à la température normale de fonctionnement. Il est essentiel que tous les balais soient complètement ajustés au collecteur avant le début des essais.

Si l'enroulement de commutation et/ou de compensation est divisé et que ses parties sont connectées à différents côtés de l'enroulement d'induit, la variation de la f.m.m. se reporte sur l'enroulement d'induit. Une génératrice additionnelle est connectée directement entre les balais de la machine à l'essai, en vue de renforcer ou de réduire son courant d'induit (voir figure 4).

Si l'enroulement de commutation est connecté d'un côté de l'enroulement d'induit et l'enroulement de compensation de l'autre côté, la variation de la f.m.m. des pôles de commutation s'obtient en connectant un générateur à basse tension en parallèle avec les bornes de l'enroulement de commutation. Le courant additionnel (I_b) ou dérivé ($I_{dév}$) doit être remplacé par un courant équivalent ($I_{b\text{ eff}}$) conformément à la formule suivante:

$$I_{b\text{ eff}} = \frac{w_z}{w_z + w_k a_z/a_k}$$

où

w_z est le nombre de spires d'un pôle auxiliaire;

w_k est le nombre de spires de l'enroulement de compensation par pôle;

a_z est le nombre de branches parallèles de l'enroulement de commutation;

a_k est le nombre de branches parallèles de l'enroulement de compensation.

Lorsqu'on augmente ou diminue le courant dans l'enroulement de commutation, les valeurs de la vitesse de rotation et du courant de champ doivent être maintenues constantes.

6.3 Détermination de la f.m.m. minimale de l'enroulement de commutation

Pour déterminer la f.m.m. minimale de l'enroulement de commutation pour une charge particulière, le courant de l'enroulement de commutation est dérivé. Le courant dérivé est augmenté jusqu'à l'apparition d'étincelles sur le collecteur, puis il est diminué peu à peu jusqu'à cessation de la formation d'étincelles. L'essai est répété de manière analogue en renforçant la f.m.m. de l'enroulement de commutation jusqu'à l'apparition d'étincelles puis en diminuant graduellement le courant additionnel jusqu'à la disparition des étincelles.

Les essais sont répétés pour d'autres valeurs du courant d'induit en vue d'obtenir d'autres points qui sont reportés sur la courbe fonction du courant d'induit afin de déterminer les limites supérieure et inférieure de la bande noire (voir figure 5).

6.2 Procedure for black band testing

Black band testing is applicable to all machines fitted with commutating poles and shall be done at rated base speed and also at rated maximum speed (if applicable). When possible the test shall be done with the machine on load. For machines rated at 500 kW and above, black band testing may be done under generator short-circuit condition. If the test is done with the machine as a motor the latter shall be fed from a source of smooth current.

For the most reliable results, it is recommended that the tests be done on the machine when at its normal operating temperature. It is essential that all brushes are completely bedded into the commutator before starting tests.

If the commutating winding and/or compensating winding is divided and its parts are connected on different sides of the armature winding, the change of the m.m.f. is effected on the armature winding. An additional generator is connected directly across the brushes of the machine on test and is used to boost or divert the armature current (see figure 4).

If the commutating winding is connected on one side of the armature winding and the compensating winding on the other side, then the change of the m.m.f. of the commutating poles is achieved by connecting a low voltage generator in parallel with commutating winding. The boost current (I_b) or divert current (I_{div}) shall be corrected to an equivalent current ($I_{b\text{ eff}}$) by means of the formula:

$$I_{b\text{ eff}} = \frac{w_z}{w_z + w_k \frac{a_z}{a_k}}$$

where

w_z is the number of turns on one interpole;

w_k is the number of turns of compensating winding falling to one pole;

a_z is the number of interpole winding parallel paths;

a_k is the number of compensating winding parallel paths.

When increasing or reducing the current to the commutating winding, constant values of rotational speed and field current shall be maintained.

6.3 Determination of the minimum m.m.f. of the commutating winding

To find the minimum m.m.f. of the commutating winding at a particular load, current is diverted from the commutating winding. The divert current is increased until sparking is observed at the commutator, and is gradually decreased until sparking is observed to have just ceased. The test is repeated similarly by boosting the m.m.f. of the commutating winding until sparking starts and then gradually reducing the boost current until sparking just ceases.

The tests are repeated at other values of armature current to obtain further points which are plotted against armature current in order to find the upper and lower limits of the black-band (see figure 5).

6.4 Calcul de la largeur de la bande noire (Δ_n) et de la déviation de la bande noire (γ_n)

La largeur de la bande noire, en pour-cent, pour chaque point expérimental doit être exprimée de la façon suivante:

$$\Delta_n = \frac{100 (I_b - I_{div})}{I_{aN}} \text{ pour cent}$$

et la déviation de la bande noire, en pour-cent, doit être exprimée de la façon suivante:

$$\gamma_n = \frac{100 (I_b + I_{div})}{2 I_{aN}} \text{ pour cent}$$

où

I_b est le courant additionnel maximal, (correspondant à la cessation des étincelles conformément à 6.3);

I_{div} est le courant dérivé maximal, (correspondant à la cessation des étincelles conformément à 6.3);

I_{aN} est le courant assigné d'induit.

Le sens positif est défini comme le sens du courant dans l'enroulement de compensation. C'est pourquoi le courant additionnel est positif et le courant dérivé est négatif, et les courants doivent être substitués dans les formules avec leurs signes respectifs.

Dans le cas où la moitié de la largeur de la bande noire est plus petite que sa déviation, des étincelles se produisent.

Généralement on considère que le réglage est idéal lorsque la déviation est égale à zéro, c'est-à-dire quand l'axe horizontal se trouve au milieu des deux limites.

6.5 Essais de bande noire des moteurs alimentés par redresseurs

Il est préférable d'effectuer les essais de bande noire en utilisant une source pure de courant continu. Lorsque cela n'est pas possible, une alimentation par redresseur doit être utilisée pour les essais de bande noire, mais alors il peut être nécessaire de connecter une impédance convenable dans le circuit d'injection ou de dérivation du courant pour éviter le shuntage de la composante alternative du courant d'induit hors du champ de commutation.

7 Détermination de la vitesse maximale admise de variation du courant d'induit

La vitesse maximale admise de variation du courant d'induit doit être déterminée par rapport à la limite acceptable de commutation. Si la valeur moyenne et/ou la valeur initiale des vitesses de variation du courant d'induit font l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur, l'essai considéré peut être effectué afin de vérifier que, aux valeurs spécifiées, la commutation n'est pas à sa limite. L'essai est effectué sans changement de la tension d'alimentation de l'enroulement de champ en dérivation. Les machines à excitation composée doivent avoir l'enroulement série déconnecté pendant l'essai et les machines à excitation série doivent être excitées séparément.

6.4 Calculation of black-band width (Δ_n) and black-band shift (γ_n)

The percentage black-band width at each test point shall be expressed as:

$$\Delta_n = \frac{100 (I_b - I_{div})}{I_{aN}} \text{ per cent}$$

and the percentage black-band shift shall be expressed as:

$$\gamma_n = \frac{100 (I_b + I_{div})}{2 I_{aN}} \text{ per cent}$$

where

I_b is the maximum boost current (corresponding to the moment when sparking has just ceased according to 6.3);

I_{div} is the maximum divert current (corresponding to the moment when sparking has just ceased according to 6.3);

I_{aN} is the rated armature current.

The positive direction is defined as the direction of the current in the compensating winding, so the boost current is positive and the divert current is negative and the currents shall be substituted in the formulae with their respective signs.

In cases where the half black-band width is smaller than the black-band shift, sparking is present.

It is generally considered that the ideal setting occurs when the shift is equal to zero, i.e. when the horizontal axis lies centrally between the two limits.

6.5 Black-band testing for rectifier-fed motors

It is preferable to perform black-band testing using a pure d.c. armature supply. When it is not possible to use d.c. supply a rectifier-fed supply is to be used for black-band testing, but in such cases a suitable impedance may need to be connected in the diverter or booster circuit to avoid shunting the a.c. component of armature circuit current out of the commutating field.

7 Determination of the maximum permissible rate of change of armature current

The maximum permissible rate of change of armature current shall be determined by the acceptable limit of commutation. When average and/or initial rates of change of armature current values are agreed between manufacturer and purchaser, the test under consideration may be performed aiming at verifying that at specified values commutation is not at its limit. The test is performed without changing the supply voltage to the shunt field. Compound wound machines shall have the series winding disconnected during the test, and series wound machines shall be excited separately.

Dans le cas du moteur fonctionnant à vide à vitesse assignée, la source d'alimentation doit être déconnectée du moteur, et une résistance et une inductance de charge convenables doivent être connectées aux bornes.

Pour apprécier préalablement la valeur de la résistance externe R_{ad} (voir figure 6), on peut se servir des formules suivantes:

$$U_a = 3,16 (L_{ac} + L_{ad}) (\Delta i / \Delta t)_{av} \cdot I_{aN}$$

$$R_{ad} = \frac{U_a / U_{aN}}{I_{a, \max} / I_{aN}} - R_{ac}$$

Selon la figure 7, la vitesse moyenne de variation du courant (en unités relatives) est déterminée par la formule suivante:

$$(\Delta i / \Delta t)_{av} = \frac{0,95 I_{a, \max}}{T \cdot I_{aN}} = \frac{0,95 I_{a, \max}}{3\tau \cdot I_{aN}}$$

et la vitesse initiale de variation est:

$$\left. \frac{di}{dt} \right|_{t=0} = \frac{I_{a, \max}}{\tau \cdot I_{aN}}$$

où

$T = 3\tau$ est le temps pendant lequel le courant augmente de zéro à $0,95 I_{a, \max}$

$$\tau = \frac{L_{ac} + L_{ad}}{R_{ac} + R_{ad}}$$

où

L_{ac} et R_{ac} sont respectivement les valeurs de l'inductance et de la résistance dans le circuit d'induit du moteur;

L_{ad} et R_{ad} sont les valeurs de l'inductance et de la résistance connectées extérieurement aux bornes du moteur.

Si la résistance est connectée aux bornes de l'induit, la commutation s'accomplit par tout moyen que le constructeur considère comme fiable. Si la commutation n'est pas à sa limite, les paramètres du circuit doivent être réglés en conséquence et l'essai répété jusqu'à ce que la vitesse maximale acceptable de montée du courant soit obtenue. Les paramètres à changer sont soit la résistance et l'inductance externes, soit le courant de champ, qui peut être réglé avant l'essai (voir figure 6).

La vitesse de montée du courant doit être enregistrée sur un oscilloscope à mémoire ou un enregistreur ayant des caractéristiques de réponse convenables.

With the motor running on no load at rated speed, the supply shall be disconnected from the motor and a suitable load resistor and inductor connected across the terminals.

To make a preliminary estimate of the value of the external resistance R_{ad} (see figure 6), the following formulae may be used:

$$U_a = 3,16 (L_{ac} + L_{ad}) (\Delta i / \Delta t)_{av} \cdot I_{aN}$$

$$R_{ad} = \frac{U_a / U_{aN}}{I_{a, \max} / I_{aN}} - R_{ac}$$

Referring to figure 7, the average rate of change of current (in per unit values) is given by:

$$(\Delta i / \Delta t)_{av} = \frac{0,95 I_{a, \max}}{T \cdot I_{aN}} = \frac{0,95 I_{a, \max}}{3\tau \cdot I_{aN}}$$

and the initial rate of change is given by:

$$\left. \frac{di}{dt} \right|_{t=0} = \frac{I_{a, \max}}{\tau \cdot I_{aN}}$$

where

$T = 3\tau$ is the time taken for current to increase from zero to $0,95 I_{a, \max}$

$$\tau = \frac{L_{ac} + L_{ad}}{R_{ac} + R_{ad}}$$

where

L_{ac} and R_{ac} are the values of inductance and resistance respectively within the motor internal armature circuit;

L_{ad} and R_{ad} are the values of inductance and resistance connected externally across the motor terminals.

If the resistor is connected across the armature, commutation is assessed by any means that the manufacturer considers reliable. If commutation is not at its limit, the values of circuit parameters shall be adjusted accordingly and the test repeated until the maximum acceptable rate of rise of current is obtained. The parameters to be changed can be either the external resistor and inductor, or alternatively the field current which can be adjusted prior to the test (see figure 6).

The rate of rise of current shall be recorded on a memory oscilloscope or a recording instrument having a suitable response.

8 Pertes supplémentaires et rendement des moteurs à courant continu alimentés par redresseur

8.1 Généralités

Toutes les fois que le coefficient d'ondulation du courant d'induit dépasse 0,1, les pertes supplémentaires causées par la composante alternative du courant d'induit doivent être prises en considération en addition aux pertes indiquées dans la CEI 34-2.

8.2 Procédure de mesurage

Les pertes supplémentaires doivent être déterminées à l'aide d'un wattmètre à faible facteur de puissance dont l'enroulement série est connecté directement à l'enroulement secondaire d'un transformateur de courant sans noyau et dont l'enroulement parallèle est connecté en série avec un condensateur destiné au blocage de la composante continue de signal de la tension. L'enroulement primaire du transformateur sans noyau est connecté en série avec l'induit du moteur. Le circuit de mesure se compose du wattmètre, du transformateur sans noyau et du condensateur de blocage, comme indiqué à la figure 8.

Les appareils de mesure et les composants utilisés doivent être choisis pour donner des résultats précis jusqu'à 360 Hz au moins.

8.3 Calcul du rendement

Le rendement du moteur à courant continu alimenté par un redresseur doit être déterminé selon la formule:

$$\eta_{\sim} = \eta \frac{P_1}{P_1 + P_{\sim}}$$

où

P_1 est la puissance d'entrée du moteur pendant les essais avec une source de courant continu pure;

$P_{\sim}$ est la perte additionnelle produite par la composante alternative du courant d'induit mesurée par le wattmètre;

η est le rendement défini en conformité avec la CEI 34-2 pour les essais avec une source de courant continu pure.

9 Détermination de la variation de vitesse

9.1 Généralités

L'objet de cet essai est de déterminer la variation de vitesse du moteur quand la charge diminue régulièrement depuis la charge assignée jusqu'à la marche à vide à courant de champ constant. Le moteur peut avoir une alimentation conventionnelle à courant continu ou une alimentation redressée.

9.2 Conditions d'essai

Il est recommandé d'effectuer l'essai à la température de fonctionnement. Les points expérimentaux doivent être relevés rapidement afin que la température des enroulements ne change pas sensiblement.

8 Additional losses and the efficiency of rectifier-fed d.c. motors

8.1 General

Whenever the current ripple factor of the armature current exceeds 0,1 consideration shall be given to the additional losses caused by the alternating component of the armature current in addition to the losses specified in IEC 34-2.

8.2 Procedure for measurement

The additional losses shall be determined by a low-cosine wattmeter, the series winding of which is connected directly to the secondary winding of an air-core current transformer, and the parallel winding is connected in series with the capacitor to block the d.c. component of voltage signal. The primary winding of the air-core transformer is connected in series with the armature circuit of the motor. The measuring circuit consists of a wattmeter, an air-core transformer and a blocking capacitor, as shown in figure 8.

The instruments and components used shall be suitable for giving accurate results at least up to 360 Hz.

8.3 Calculation of efficiency

The efficiency of rectifier-fed d.c. motors shall be defined as:

$$\eta_{\sim} = \eta \frac{P_1}{P_1 + P_{\sim}}$$

where

P_1 is the motor input power during tests with pure d.c. supply;

$P_{\sim}$ is the additional loss produced by alternating component of the armature current as measured by the wattmeter;

η is the efficiency defined in accordance with IEC 34-2 for tests with pure d.c. supply.

9 Determination of speed regulation

9.1 General

The purpose of the test is to find the variation in the motor speed as the load is decreased uniformly from rated load to no-load with constant field current. The motor may have a conventional d.c. or rectifier fed supply.

9.2 Conditions of the test to be performed

It is recommended that the test shall be performed at operating temperature. Test points shall be taken rapidly so that the temperature of the windings does not change appreciably.

9.3 Procédure d'essai

Le moteur doit fonctionner à tension d'induit assignée et à courant de champ assigné. Si on utilise un rhéostat de champ dans le circuit d'excitation, il est nécessaire de régler le rhéostat pour obtenir la vitesse assignée au courant et à la tension d'induit assignés. Il est nécessaire de retirer et d'appliquer plusieurs fois la pleine charge jusqu'à ce qu'on obtienne des indications stables. Après cela, la vitesse de rotation peut être enregistrée à la pleine charge et à vide.

9.4 Détermination de la variation de vitesse

La variation de vitesse doit être déterminée conformément à la formule suivante:

$$\Delta n = \frac{n_o - n_n}{n_n}$$

où

Δn est la variation de vitesse par unité;

n_o est la vitesse à vide;

n_n est la vitesse à la charge assignée.

9.3 Procedure of the test

The motor shall be operated at rated armature voltage and rated field current. If the motor uses a field rheostat in service, the rheostat is adjusted to obtain rated speed at rated armature current and voltage. It is necessary to remove and apply full load several times until consistent readings are obtained. After that the respective full load and no-load speeds may be recorded.

9.4 Determination of speed regulation

The speed regulation shall be determined by the following formula:

$$\Delta n = \frac{n_o - n_n}{n_n}$$

where

Δn is the per unit regulation;

n_o is the speed at no-load;

n_n is the speed at rated load;

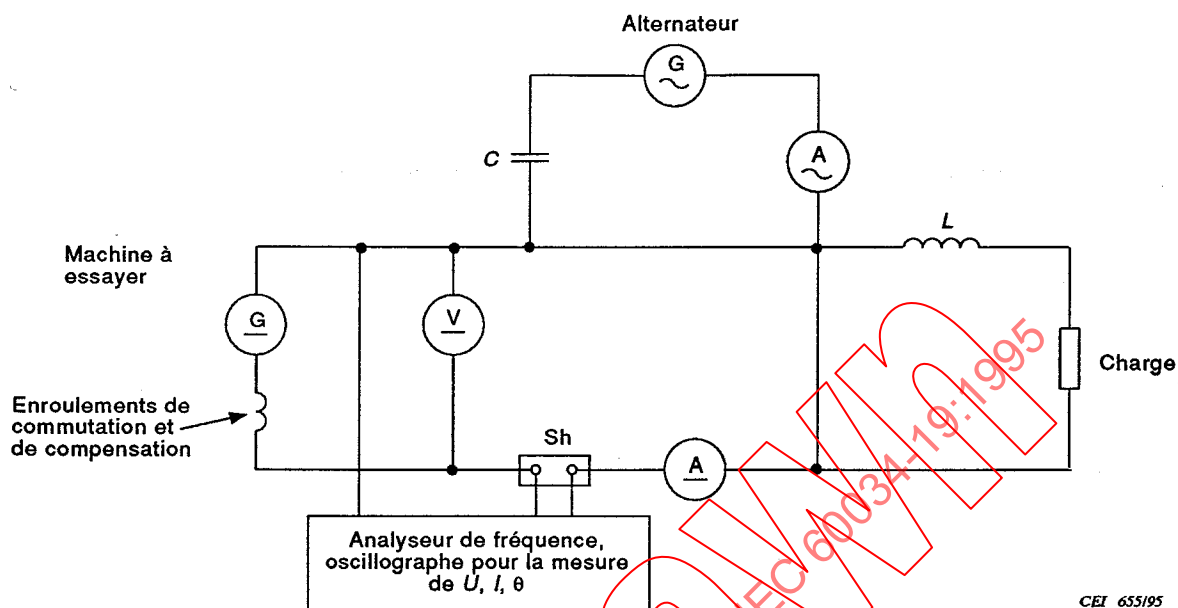


Figure 1 – Détermination de l'inductance de l'enroulement d'induit saturée

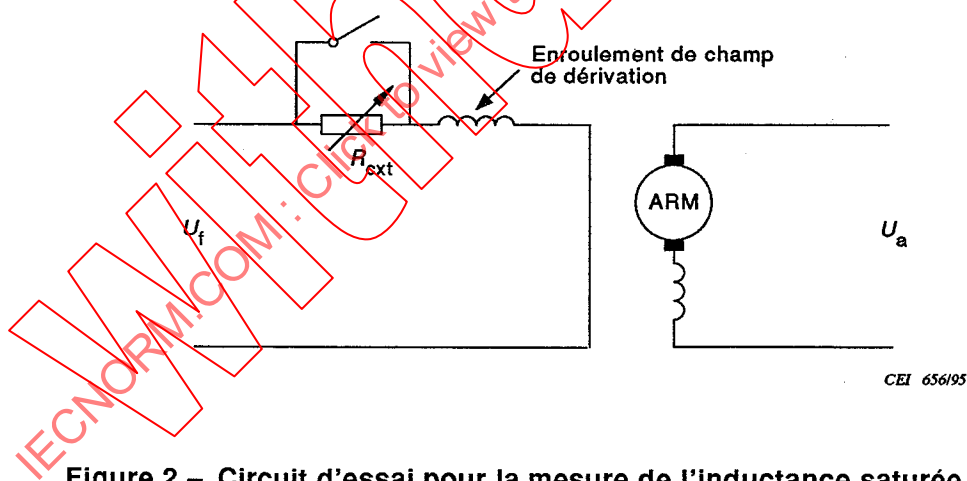


Figure 2 – Circuit d'essai pour la mesure de l'inductance saturée de l'enroulement de champ en dérivation