This is a preview - click here to buy the full publication

IEC 60034-2-3

Edition 2.0 2024-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Rotating electrical machines – Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC motors

Machines électriques tournantes – Partie 2-3: Méthodes d'essai spécifiques pour la détermination des pertes et du rendement des moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 29.160.01

ISBN 978-2-8322-8172-7

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

This is a preview - click here to buy the full publication

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 9
4 Symbols and abbreviated terms 10
5 Basic requirements 11
5.1 Instrumentation 11
5.1.1 General 11
5.1.2 Power analyser and transducers 11
5.1.3 Mechanical output of the motor 12
5.2 Converter set-up 12
5.2.1 General 12
5.2.2 Comparable converter set-up for rated voltages up to 1 kV 12
5.2.3 Converters with rated voltages above 1 kV 13
5.2.4 Testing with other converters 13
5.3 Ambient temperature during testing 13
5.4 State of the motor under test 13
6 Test method for the determination of the efficiency of converter-fed motors 14
6.1 Selection of determination method 14
6.2 Method 2-3-A – Direct measurement of input and output 14
6.2.1 Test set-up 14
6.2.2 Test procedure 14
6.2.3 Efficiency determination 15
6.2.4 Measurement at seven standardized operating points 15
6.3 Method 2-3-B – Summation of losses with determination of additional high frequency loss at converter supply at no-load operation 16
6.3.1 General 16
6.3.2 Test set-up 16
6.3.3 Test procedure 16
6.3.4 Efficiency determination 16
6.4 Method 2-3-C – Alternate Efficiency Determination Method (AEDM) 17
6.5 Method 2-3-D – Determination of efficiency by calculation 17
7 Interpolation of motor losses at any operating point 17
7.1 General 17
7.2 Definitions 18
7.3 Interpolation and extrapolation of relative losses at any operating point 18
7.4 Determination of interpolation coefficients 19
7.4.1 General 19
7.4.2 Analytical determination 20
7.4.3 Numerical determination 21
7.5 Alternate operating points to determine interpolation coefficients 21
7.6 Optional determination of interpolation error 23
Annex A (informative) Losses of AC motors 24
A.1 General 24
A.2 Stator and rotor winding I^2R losses P_{LSR} (P_{LS} + P_{LR}) 24

This is a preview - click here to buy the full publication

A.3 Iron losses (P_{Lfe}) 25
A.4 Additional load losses (P_{LL}) 25
A.5 Friction and windage losses (P_{Lfw}) 25
A.6 Additional high frequency losses (P_{LHL}) 26
Annex B (informative) Exemplary determination of losses and efficiency at various load points 27
B.1 General 27
B.2 Determination of the interpolation coefficients 27
B.3 Calculation of losses and efficiency for certain operating points 28
Annex C (informative) Loss interpolation for different winding connections 30
Annex D (informative) Examples for additional load points for the numerical interpolation procedure 32
Bibliography 34

Figure 1 – Standardized operating points 20
Figure C.1 – Connection Y or D, ranges a and b 30
Figure C.2 – Connection Y ► D, ranges a and b 31
Figure C.3 – Connection Y ► YY, range a 31
Figure D.1 – Example for additional load points mainly in the over speed area 32
Figure D.2 – Example for additional load points in the overload and over speed area 33

Table 1 – Preferred test methods 14
Table 2 – Other test methods 14
Table 3 – Normative operating points 20
Table 4 – Non-normative alternate operating points 22
Table A.1 – Recommended split of windage and friction losses for IC 411 self-ventilated motors 26
Table B.1 – Name plate data 27
Table B.2 – Reference values 27
Table B.3 – Losses for the 7 operating points 28
Table B.4 – Interpolation coefficients 28
Table B.5 – User-defined operating points 29
Table B.6 – Calculated losses for the user-defined operating points 29

This is a preview - click here to buy the full publication

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC motors

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). 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. 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 IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60034-2-3 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition of IEC 60034-2-3 published in 2020. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) Harmonization of requirements and procedures with IEC 60034-2-1.
b) Extension of the interpolation procedure to the field weakening range.

This is a preview - click here to buy the full publication

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
2/2164/FDIS	2/2179/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 60034 series, published under the general title *Rotating electrical machines*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

This is a preview - click here to buy the full publication

INTRODUCTION

The objective of this document is to define test methods for determining total losses including additional high frequency motor losses and efficiency of converter-fed motors. Additional high frequency losses appear in addition to the losses on nominally sinusoidal power supply as determined by the methods of IEC 60034-2-1. Results determined according to this document are intended to allow comparison of losses and efficiency of different motors if fed by converters.

Furthermore, the document gives seven standardized operating points to characterize the development of losses and efficiency across the whole torque/speed range. An interpolation procedure is provided to calculate losses and efficiency at any operating point (torque, speed).

In power-drive systems (PDS), the motor and the frequency converter are often manufactured by different suppliers. Motors of the same design are produced in large quantities. They may be operated from the grid or from frequency converters of many different types, supplied by many different manufacturers. The individual converter properties (switching frequency, DC link voltage level, etc.) will also influence the system efficiency. As it is impractical to determine motor losses for every combination of motor, frequency converter, connection cable, output filter and parameter settings, this document describes a limited number of approaches, depending on the voltage level and the rating of the motor under test.

The losses determined with the comparable converter as defined in this document are not intended to represent the losses in the final application. They provide, however, an objective basis for comparing different motor designs with respect to suitability for converter operation.

In general, if fed from a converter, motor losses are higher than during operation on a nominally sinusoidal system, even though the converter normally enables vast energy savings overall on system level, when the motor and the load application can be operated with variable speed. The additional high frequency losses depend on the harmonic spectrum of the impressed converter output quantity (either current or voltage) which is influenced by its circuitry and control method. For further information, see IEC TS 60034-25.

It is not the purpose of this document to define test procedures either for power drive systems or for frequency converters alone.

Comparable converter

Latest experience and theoretical analysis have shown that the additional high frequency motor losses generally do not increase much with torque for a specific speed. The methods in this document are mainly based on supplies from converters with pulse width modulation (PWM).

With respect to these types of converters and the growing need for verification of compliance with national energy efficiency regulations, this document defines a so-called comparable converter for testing of low voltage motors.

In principle, the comparable converter is a voltage source with a typical high frequency harmonic content supplying the motor under test. It is not applicable to medium voltage motors.

This is a preview - click here to buy the full publication

Limitations for the application of the comparable converter

The test method with the comparable converter described herein is a standardized method intended to give comparable efficiency figures for standardized test conditions. A motor ranking with respect to suitability for converter operation may be derived, but it is not equivalent to determining of the actual motor losses for operation with a specific converter which requires a test of the whole power drive system (PDS) with the specific converter used in the final application.

Deviations are also expected for motors driven by multi-level voltage source or current source converters where the additional high frequency motor losses differ much more depending on speed and load than for two-level voltage source converters. Hence the determination of losses and efficiency should use procedures where the motor is operated together with the same converter with which it is driven in service.

Another option is the determination of the additional high frequency motor losses by calculation. If this is requested, then the pulse pattern of the converter is required. Such procedures are not part of this document.

This is a preview - click here to buy the full publication

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC motors

1 Scope

This part of IEC 60034 specifies test methods and an interpolation procedure for determining losses and efficiencies of converter-fed motors. The motor is then part of a variable frequency power drive system (PDS) as defined in IEC 61800-9-2.

Applying the approach of the comparable converter, the motor efficiency determined by use of this document is applicable for comparison of different low voltage motor designs only. The comparable converter approach is not applicable to medium voltage motors.

This document also specifies procedures to determine motor losses at any load point (torque, speed) within the constant flux range (constant torque range, base speed range), the field weakening range and the overload range based on determination of losses at seven standardized load points. This procedure is applicable to any variable speed AC motor (induction and synchronous) rated according to IEC 60034-1 for operation on a variable frequency and variable voltage power supply.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034-1*, Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-2-1, *Rotating electrical machines – Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)*

IEC 60034-30-1, *Rotating electrical machines – Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)*

IEC TS 60034-30-2, *Rotating electrical machines – Part 30-2: Efficiency classes of variable speed AC motors (IE-code)*

IEC 61000-2-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

IEC 61800-9-2, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 9-2: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications – Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters*

This is a preview - click here to buy the full publication

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 38
INTRODUCTION 40
1 Domaine d'application 42
2 Références normatives 42
3 Termes et définitions 43
4 Symboles et abréviations 44
5 Exigences fondamentales 45
5.1 Instrumentation 45
5.1.1 Généralités 45
5.1.2 Analyseur de puissance et transducteurs 46
5.1.3 Sortie mécanique du moteur 46
5.2 Configuration du convertisseur 47
5.2.1 Généralités 47
5.2.2 Configuration du convertisseur comparable pour des tensions assignées jusqu'à 1 kV 47
5.2.3 Convertisseurs avec des tensions assignées supérieures à 1 kV 47
5.2.4 Essais avec d'autres convertisseurs 48
5.3 Température ambiante pendant les essais 48
5.4 État du moteur en essai 48
6 Méthode d'essai pour la détermination du rendement des moteurs alimentés par convertisseur 48
6.1 Choix de la méthode de détermination 48
6.2 Méthode 2-3-A – Mesure directe des puissances d'entrée et de sortie 49
6.2.1 Montage d'essai 49
6.2.2 Procédure d'essai 49
6.2.3 Détermination du rendement 50
6.2.4 Mesure aux sept points de fonctionnement normalisés 50
6.3 Méthode 2-3-B – Sommation des pertes avec détermination des pertes supplémentaires hautes fréquences avec alimentation par convertisseur en fonctionnement à vide 50
6.3.1 Généralités 50
6.3.2 Montage d'essai 51
6.3.3 Procédure d'essai 51
6.3.4 Détermination du rendement 51
6.4 Méthode 2-3-C – Autre méthode de détermination du rendement (AEDM) 52
6.5 Méthode 2-3-D – Détermination du rendement par calcul 52
7 Interpolation des pertes du moteur en tout point de fonctionnement 52
7.1 Généralités 52
7.2 Définitions 53
7.3 Interpolation et extrapolation des pertes relatives en tout point de fonctionnement 53
7.4 Détermination des coefficients d'interpolation 54
7.4.1 Généralités 54
7.4.2 Détermination analytique 55
7.4.3 Détermination numérique 56
7.5 Autres points de fonctionnement qui permettent de déterminer les coefficients d'interpolation 56

This is a preview - click here to buy the full publication

7.6 Détermination facultative de l'erreur d'interpolation 58
Annexe A (informative) Pertes des moteurs à courant alternatif 59
A.1 Généralités 59
A.2 Pertes dans l'enroulement du stator et du rotor I^2R P_{LSR} (P_{LS} + P_{LR}) 59
A.3 Pertes dans le fer (P_{Lfe}) 60
A.4 Pertes supplémentaires en charge (P_{LL}) 60
A.5 Pertes par frottement et par ventilation (P_{Lfw}) 60
A.6 Pertes supplémentaires hautes fréquences (P_{LHL}) 61
Annexe B (informative) Exemple de détermination des pertes et du rendement en différents points de charge 62
B.1 Généralités 62
B.2 Détermination des coefficients d'interpolation 62
B.3 Calcul des pertes et du rendement pour certains points de fonctionnement 63
Annexe C (informative) Interpolation des pertes pour différentes connexions d'enroulement 65
Annexe D (informative) Exemples de points de charge supplémentaires pour la procédure d'interpolation numérique 67
Bibliographie 69

Figure 1 – Points de fonctionnement normalisés 55
Figure C.1 – Connexion en Y ou en D, Plages a et b 65
Figure C.2 – Connexion en Y ► D, Plages a et b 66
Figure C.3 – Connexion en Y ► YY, plage a 66
Figure D.1 – Exemple de points de charge supplémentaires principalement dans la zone de survitesse 67
Figure D.2 – Exemple de points de charge supplémentaires dans la zone de surcharge et de survitesse 68

Tableau 1 – Méthodes d'essai préférentielles 48
Tableau 2 – Autres méthodes d'essai 49
Tableau 3 – Points de fonctionnement normatifs 55
Tableau 4 – Autres points de fonctionnement non normatifs 57
Tableau A.1 – Répartition recommandée des pertes par frottement et par ventilation pour les moteurs autoventilés IC 411 61
Tableau B.1 – Données de plaque signalétique 62
Tableau B.2 – Valeurs de référence 62
Tableau B.3 – Pertes pour les sept points de fonctionnement 63
Tableau B.4 – Coefficients d'interpolation 63
Tableau B.5 – Points de fonctionnement définis par l'utilisateur 64
Tableau B.6 – Pertes calculées pour les points de fonctionnement définis par l'utilisateur 64

This is a preview - click here to buy the full publication

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 2-3: Méthodes d'essai spécifiques pour la détermination des pertes et du rendement des moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse https://patents.iec.ch. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60034-2-3 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition de l'IEC 60034-2-3 parue en 2020. Cette édition constitue une révision technique.

This is a preview - click here to buy the full publication

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) harmonisation des exigences et procédures avec l'IEC 60034-2-1;

b) extension de la procédure d'interpolation à la plage d'affaiblissement du champ.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
2/2164/FDIS	2/2179/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2. Il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60034, publiées sous le titre général *Machines électriques tournantes*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

This is a preview - click here to buy the full publication

INTRODUCTION

L'objet du présent document est de définir des méthodes d'essai pour la détermination des pertes totales, y compris les pertes supplémentaires hautes fréquences du moteur et le rendement des moteurs alimentés par convertisseur. Les pertes supplémentaires hautes fréquences se produisent en plus des pertes en alimentation nominalement sinusoïdale, déterminées par les méthodes de l'IEC 60034-2-1. Les résultats déterminés selon le présent document permettent de comparer les pertes et le rendement de différents moteurs s'ils sont alimentés par convertisseur.

De plus, le présent document décrit sept points de fonctionnements normalisés qui permettent de définir les pertes et le rendement sur l'ensemble de la plage des couples/vitesses. Une procédure d'interpolation qui permet de calculer les pertes et le rendement en tout point de fonctionnement (couple, vitesse) est fournie.

Dans les systèmes d'entraînement électriques de puissance (PDS, *Power Drive Systems*), le moteur et le convertisseur de fréquence sont souvent fabriqués par différents fournisseurs. Des moteurs de même conception sont produits en grande quantité. Certains d'entre eux peuvent être exploités à partir du réseau, d'autres à partir de convertisseurs de fréquence dont les différents types sont nombreux, de même que les fabricants. Les réglages spécifiques des convertisseurs (fréquence de commutation, niveau de tension du bus continu, etc.) ont aussi une influence sur le rendement du système. Comme il n'est pas réaliste de déterminer les pertes du moteur pour chaque combinaison de moteur, de convertisseur de fréquence, de câble de raccordement, de filtre de sortie et de réglage des paramètres, le présent document décrit un nombre limité d'approches en fonction du niveau de tension et des caractéristiques assignées du moteur en essai.

Les pertes déterminées avec un convertisseur comparable, comme cela est défini dans le présent document, ne sont pas destinées à représenter les pertes dans l'application finale. Elles fournissent cependant une base objective de comparaison des différentes conceptions de moteurs quant à leur adaptation à un fonctionnement avec des convertisseurs.

Généralement, lorsque le moteur est alimenté par un convertisseur, ses pertes sont plus élevées que lorsqu'il fonctionne sur un réseau nominalement sinusoïdal, même si le convertisseur permet normalement de réaliser d'importantes économies d'énergie globales au niveau du système, si le moteur et la charge appliquée peuvent fonctionner à vitesse variable. Les pertes supplémentaires hautes fréquences dépendent du spectre d'harmoniques de la grandeur d'alimentation électrique imposée (courant ou tension) issue du convertisseur, qui est influencé par ses circuits et sa méthode de contrôle. Pour plus d'informations, voir l'IEC TS 60034-25.

L'objet du présent document n'est pas de définir des procédures d'essai, ni pour les systèmes d'entraînement électriques de puissance ni pour des convertisseurs de fréquence seuls.

Convertisseur comparable

Les expériences et analyses théoriques les plus récentes ont montré que les pertes supplémentaires hautes fréquences du moteur n'augmentent généralement pas beaucoup avec le couple pour une vitesse spécifique. Les méthodes données dans le présent document sont principalement fondées sur des alimentations fournies par des convertisseurs à modulation de largeur d'impulsion (MLI).

Pour ce qui concerne ces types de convertisseurs et compte tenu du besoin grandissant de vérifier leur conformité aux réglementations nationales en matière de rendement énergétique, le présent document décrit un convertisseur dit comparable utilisé pour les essais des moteurs à basse tension.

This is a preview - click here to buy the full publication

En principe, le convertisseur comparable représente une source de tension à contenu type d'harmoniques à haute fréquence qui alimente le moteur en essai. Il ne s'applique pas aux moteurs moyenne tension.

Limitations relatives à l'application du convertisseur comparable

La méthode d'essai avec le convertisseur comparable décrite ici constitue une méthode normalisée destinée à fournir des valeurs de rendement comparables dans des conditions d'essai normalisées. Un classement des moteurs en fonction de l'adaptation pour un fonctionnement avec convertisseur peut être obtenu, mais cela n'équivaut pas à déterminer les pertes réelles du moteur pour un fonctionnement avec un convertisseur spécifique, ce qui exige de réaliser un essai de l'ensemble du système d'entraînement électrique de puissance (PDS) avec le convertisseur spécifique utilisé dans l'application finale.

Des écarts sont également attendus pour les moteurs entraînés par des convertisseurs de source de tension ou de source de courant multiniveaux pour lesquels les pertes supplémentaires hautes fréquences du moteur diffèrent beaucoup plus avec la vitesse et la charge que pour les convertisseurs de source de tension à deux niveaux. Par conséquent, pour déterminer les pertes et le rendement, il convient d'utiliser des procédures dans lesquelles le moteur fonctionne avec le même convertisseur que celui qui est utilisé en exploitation.

Une autre option consiste à déterminer les pertes supplémentaires hautes fréquences du moteur par calcul. Lorsque cette détermination est demandée, le type de MLI du convertisseur est exigé. Ces procédures ne relèvent pas du présent document.

This is a preview - click here to buy the full publication

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 2-3: Méthodes d'essai spécifiques pour la détermination des pertes et du rendement des moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034 spécifie les méthodes d'essai et la procédure d'interpolation relatives à la détermination des pertes et des rendements des moteurs alimentés par convertisseur. Le moteur est alors considéré comme faisant partie intégrante d'un système d'entraînement électrique de puissance (PDS) à fréquence variable, comme cela est défini dans l'IEC 61800-9-2.

Avec l'approche du convertisseur comparable, le rendement du moteur déterminé par l'utilisation du présent document s'applique uniquement à la comparaison de différentes conceptions de moteurs basse tension. L'approche du convertisseur comparable ne s'applique pas aux moteurs moyenne tension.

Le présent document spécifie également des procédures de détermination des pertes du moteur en tout point de charge (couple, vitesse) dans la plage de flux constants (plage de couples constants, plage de vitesses de base), la plage d'affaiblissement du champ et la plage de surcharge à partir de la détermination des pertes au niveau de sept points de charge normalisés. Cette procédure s'applique à tout moteur à courant alternatif à vitesse variable (à induction et synchrone) assigné selon l'IEC 60034-1 pour un fonctionnement à fréquence variable et alimenté en tension variable.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60034-1, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

IEC 60034-2-1, *Machines électriques tournantes – Partie 2-1: Méthodes normalisées pour la détermination des pertes et du rendement à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)*

IEC 60034-30-1, *Machines électriques tournantes – Partie 30-1: Classes de rendement pour les moteurs à courant alternatif alimentés par le réseau (code IE)*

IEC TS 60034-30-2, *Rotating electrical machines – Part 30-2: Efficiency classes of variable speed AC motors (Ie-code)* (disponible en anglais seulement)

IEC 61000-2-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-4: Environnement – Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

This is a preview - click here to buy the full publication

IEC 61800-9-2, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 9-2: Écoconception des entraînements électriques de puissance, des démarreurs de moteurs, de l'électronique de puissance et de leurs applications entraînées – Indicateurs d'efficacité énergétique pour les entraînements électriques de puissance et les démarreurs de moteurs*