IEC 60034-18-42

Edition 1.1 2020-08
CONSOLIDATED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Rotating electrical machines –
Part 18-42: Partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification tests

Machines électriques tournantes –
Partie 18-42: Systèmes d'isolation électrique résistants aux décharges partielles (Type II) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par convertisseurs de tension – Essais de qualification

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.01

ISBN 978-2-8322-8795-8

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

IEC 60034-18-42

Edition 1.1 2020-08
CONSOLIDATED VERSION

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

colour inside

Rotating electrical machines –
Part 18-42: Partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification tests

Machines électriques tournantes –
Partie 18-42: Systèmes d'isolation électrique résistants aux décharges partielles (Type II) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par convertisseurs de tension – Essais de qualification



IEC 60034-18-42:2017-02+AMD1:2020-08 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 9
4 Machine terminal voltages arising from converter operation 12
5 Electrical stresses in the insulation system of machine windings 16
5.1 General 16
5.2 Voltages stressing the phase to phase insulation 17
5.3 Voltages stressing the phase to ground insulation 17
5.4 Voltages stressing the turn to turn insulation 17
5.4.1 General 17
5.4.2 Random-wound windings 18
5.4.3 Form-wound windings 18
6 Voltage rating for Type II insulation systems 18
7 Stress factors for converter-fed Type II insulation systems 19
8 Qualification tests 21
8.1 General 21
8.2 Qualification tests 21
9 Qualification of mainwall insulation system 22
9.1 General 22
9.2 Test methods 22
9.3 Use of 50 Hz or 60 Hz life data to predict the service life with a converter drive 23
10 Qualification of turn insulation 24
10.1 General 24
10.2 Test methods 25
11 Qualification of the stress control system 26
11.1 General 26
11.2 Test methods 27
12 Preparation of test objects 28
12.1 General 28
12.2 Mainwall specimens 28
12.3 Turn to turn specimens 28
12.4 Stress control specimens 28
13 Qualification test procedures 28
13.1 General 28
13.2 Mainwall insulation 29
13.3 Turn to turn insulation 29
13.4 Stress control system 29
14 Qualification test pass criteria 30
14.1 Mainwall insulation 30
14.2 Turn to turn insulation 30
14.3 Stress control system 30
15 Routine test 31

16 Optional screening tests 31
17 Analysis, reporting and classification 31
Annex A (informative) Contributions to ageing of the mainwall insulation 32
A.1 Life time consumption of the mainwall insulation 32
A.2 Calculation of the contributions to ageing from a 3-level converter drive 32
A.3 Calculation to derive an equivalent voltage amplitude and frequency 33
Annex B (informative) Examples of circuits for impulse testing 35
B.1 Impulse test circuit using a semiconducting switch 35
B.2 Typical waveform generated from the impulse generator 35
B.3 Alternative impulse test circuit using a semiconducting switch 36
Annex C (informative) Derivation of the short term endurance test voltage 38
Annex D (informative) Derivation of the impulse voltage insulation class for the machine insulation 39
Annex E (normative) Derivation of an IVIC in the absence of a manufacturer's reference life line 43
E.1 Derivation of an IVIC from endurance tests 43
E.1.1 Mainwall insulation 43
E.1.2 Turn insulation 44
E.1.3 Stress control system 44
E.2 Derivation of the IVIC X on the basis of satisfactory service experience 44
E.3 Derivation of an IVIC S on the basis of satisfactory service experience 44
Annex F (informative) Optional screening tests 45
F.1 General 45
F.2 Short term endurance test on the mainwall insulation 45
~~F.3 Voltage withstand test ..... 45~~
Bibliography 46

Figure 1 – Voltage impulse waveshape parameters 13
Figure 2 – Waveform representing one complete cycle of the phase to phase voltage at the terminals of a machine fed from a 3-level converter 14
Figure 3 – Jump voltage (U_j or $U_{j\ max}$) at the terminals of a machine fed from a converter drive 15
Figure 4 – Maximum voltage enhancement at the machine terminals at infinite impedance as a function of cable length for various impulse rise times 16
Figure 5 – Example of a random-wound design 17
Figure 6 – Example of a form-wound design 17
Figure 7 – Worst case voltage stressing the turn to turn insulation in a variety of random-wound stators as a function of the rise time of the impulse 18
Figure 8 – Example of a life curve for a Type II mainwall insulation system 24
Figure 9 – Example of a life curve for turn insulation 26
Figure A.1 – Representation of the phase to ground voltage at the terminals of a machine fed from a 3-level converter 32
Figure A.2 – Ratio of the life time consumption (y-axis) of impulse voltage ($U_{pk/pk}$) to fundamental voltage ($U'_{pk/pk}$) expressed as a percentage for various impulse/fundamental frequency ratios (n=10) 34
Figure B.1 – Example of a simple converter voltage simulation circuit 35
Figure B.2 – Typical waveform generated from the impulse generator 36
Figure B.3 – Example of a simple converter voltage simulation circuit 37

Figure B.4 – Typical waveform generated from the impulse generator 37
Figure E.1 – Reference life line for mainwall insulation 43

Table 1 – Examples of the measured values of characteristics of the terminal voltages for two converter-fed machines 13
Table 2 – Influence of features of the converter drive voltage on acceleration of ageing of components of Type II insulation systems 20
Table A.1 – Contribution to electrical ageing by 1 kHz impulses from a 3-level converter as a percentage of the ageing from the 50 Hz fundamental voltage (endurance coefficient of 10) 33
~~Table D.1 – Phase to ground test voltages according to IVIC for Type II insulation systems .....~~
Table D.1 – IVIC- and test voltage factor definition for Type II insulation systems 40
Table D.~~1~~2 – Impulse voltage insulation classes (IVIC) 41

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 18-42: Partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification tests

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) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 60034-18-42 edition 1.1 contains the first edition (2017-02) [documents 2/1854/FDIS and 2/1856/RVD] and its amendment 1 (2020-08) [documents 2/1998/FDIS and 2/2008/RVD].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 60034-18-42 has been prepared by IEC Technical Committee 2: Rotating machinery.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

NOTE A table of cross-references of all TC 2 publications can be found on the IEC TC 2 dashboard on the IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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.

INTRODUCTION

The approval of electrical insulation systems for use in rotating electrical machines fed from voltage converters is set out in two International Standards. These standards separate the systems into those which are not expected to experience partial discharge activity within specified conditions in their service lives (Type I) and those which are expected to experience and withstand partial discharge activity in any part of the insulation system throughout their service lives (Type II). For both Type I and Type II insulation systems, the power drive system integrator (the person responsible for co-ordinating the electrical performance of the entire power drive system) shall inform the machine manufacturer what voltage will appear at the machine terminals in service. The machine manufacturer will then decide upon the severity of the tests appropriate for qualifying the insulation system. For insulation systems which have been qualified through IEC 60034-18-41 or IEC 60034-18-42 for use in converter-fed applications, an impulse voltage insulation class may be derived. This indicates the ability of the insulation to withstand the electric stresses resulting from converter operation. For Type I systems, the severity is based on the impulse rise time and the peak to peak voltage. For Type II systems, the severity is additionally affected by the impulse voltage repetition rate and the fundamental voltage characteristics. After installation of the converter/machine system, it is recommended that the system integrator measures the phase to phase and phase to ground voltages between the terminals and ground to check for compliance.

IEC 60034-18-41

Type I insulation systems are dealt with in IEC 60034-18-41. These systems are generally used in rotating machines with rated voltage less than 700 V r.m.s. and tend to have random-wound coils. In IEC 60034-18-41, the necessary normative references and definitions are given together with a review of the effects arising from converter operation. Having established the technical basis for the evaluation procedure, the conceptual approach and test programmes are then described.

IEC 60034-18-42

In IEC 60034-18-42, tests are described for qualification of Type II insulation systems. These insulation systems are generally used in rotating machines which have form-wound windings, mostly rated above 700 V r.m.s. The qualification procedure is completely different from that used for Type I insulation systems and involves destructive ageing of test objects under accelerated conditions. The manufacturer requires a life curve (as described in IEC 60034-18-32) for the insulation system that can be interpreted by use of appropriate calculations and/or experimental procedures to provide an estimate of life under the service conditions with converter drive. Great importance is attached to the qualification of any stress control system that is used and testing here should be performed under sinusoidal and repetitive impulse conditions applied separately. If the insulation system can be shown to provide an acceptable life under the specified ageing conditions, it is qualified for use.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 18-42: Partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification tests

1 Scope

This part of IEC 60034 defines criteria for assessing the insulation system of stator/rotor windings of single or polyphase AC machines which are subjected to repetitive impulse voltages, such as those generated by pulse width modulation (PWM) converters, and are expected to experience and withstand partial discharge activity during service. It specifies electrical qualification tests on representative specimens to verify fitness for operation with voltage-source converters. It also describes an additional classification system which defines the limits of reliable performance under converter-fed conditions.

Although this document deals with voltage converters, it is recognised that there are other types of converters that can create repetitive impulse voltages. For these converters, a similar approach to testing can be used.

Qualification of insulation systems may not be required for rotating machines which are only fed from voltage converters for starting and so they are excluded from this document.

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 60034-1:2010, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-18-1:2010, *Rotating electrical machines – Part 18-1: Functional evaluation of insulation systems. General guidelines*

IEC 60034-18-31, *Rotating electrical machines – Part 18-31: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Thermal evaluation and classification of insulation systems used in rotating machines*

IEC 60034-18-32, *Rotating electrical machines – Part 18-32: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Evaluation by electrical endurance*

IEC 60034-18-41:2014, *Rotating electrical machines – Part 18-41: Partial discharge free (Type I) electrical insulation systems used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification and quality control tests*

IEC TS 60034-27, *Rotating electrical machines – Part 27: Off-line partial discharge measurements on the stator winding insulation of rotating electrical machines*

IEC TS 61934, *Electrical insulating materials and systems – Electrical measurement of partial discharges (PD) under short rise time and repetitive voltage impulses*

IEC 62539, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 51
INTRODUCTION 53
1 Domaine d'application 54
2 Références normatives 54
3 Termes et définitions 55
4 Tensions aux bornes de la machine liées au fonctionnement du convertisseur 59
5 Contraintes électriques pour les systèmes d'isolation des enroulements de machines 62
5.1 Généralités 62
5.2 Tensions contraignant l'isolation entre phases 63
5.3 Tensions contraignant l'isolation entre phase et terre 63
5.4 Tensions contraignant l'isolation entre spires 63
5.4.1 Généralités 63
5.4.2 Enroulements non rangés 64
5.4.3 Enroulements préformés 64
6 Tension nominale pour les systèmes d'isolation de Type II 65
7 Facteurs de contrainte pour les systèmes d'isolation de Type II alimentés par convertisseur 65
8 Essais de qualification 67
8.1 Généralités 67
8.2 Essais de qualification 67
9 Qualification du système d'isolation principale 68
9.1 Généralités 68
9.2 Méthodes d'essai 69
9.3 Utilisation de données de durée de vie à 50 Hz ou 60 Hz pour prédire la durée de vie en service avec un entraînement par convertisseur 70
10 Qualification de l'isolation entre spires 71
10.1 Généralités 71
10.2 Méthodes d'essai 72
11 Qualification du système de maîtrise des contraintes 73
11.1 Généralités 73
11.2 Méthodes d'essai 74
12 Préparation des éprouvettes 75
12.1 Généralités 75
12.2 Éprouvettes pour essais d'isolation principale 75
12.3 Éprouvettes pour essais d'isolation entre spires 75
12.4 Éprouvettes pour essais de système de maîtrise des contraintes 75
13 Procédures d'essais de qualification 76
13.1 Généralités 76
13.2 Isolation principale 76
13.3 Isolation entre spires 77
13.4 Système de maîtrise des contraintes 77
14 Critères de réussite des essais de qualification 78
14.1 Isolation principale 78
14.2 Isolation entre spires 78

14.3 Système de maîtrise des contraintes 78
15 Essai de routine 79
16 Essais de dépistage facultatifs 79
17 Analyse, compte-rendu et classement 79
Annexe A (informative) Contributions au vieillissement de l'isolation principale 80
A.1 Réduction de la durée de vie de l'isolation principale 80
A.2 Calcul des contributions au vieillissement pour un convertisseur à 3 niveaux 80
A.3 Calcul pour déduire une amplitude et une fréquence de tension équivalentes 82
Annexe B (informative) Exemples de circuits pour l'essai d'impulsions 84
B.1 Circuit d'essai d'impulsions utilisant un interrupteur à semiconducteur 84
B.2 Forme d'onde typique produite par le générateur d'impulsions 85
B.3 Variante de circuit d'essai d'impulsions utilisant un interrupteur à semiconducteur 85
Annexe C (informative) Déduction de la tension d'essai d'endurance de courte durée 87
Annexe D (informative) Déduction de la classe d'isolation contre les tensions de choc pour l'isolation de la machine 88
Annexe E (normative) Déduction d'une classe d'isolation contre les tensions de choc (IVIC) en l'absence d'une courbe de durée de vie de référence fournie par le constructeur 93
E.1 Déduction d'une classe d'isolation contre les tensions de choc (IVIC) à partir d'essais d'endurance 93
E.1.1 Isolation principale 93
E.1.2 isolation entre spires 94
E.1.3 Système de maîtrise des contraintes 94
E.2 Déduction de la classe IVIC X fondée sur un fonctionnement satisfaisant en conditions de service 95
E.3 Déduction d'une classe IVIC S fondée sur un fonctionnement satisfaisant en conditions de service 95
Annexe F (informative) Essais de dépistage facultatifs 96
F.1 Généralités 96
F.2 Essai d'endurance de courte durée sur l'isolation principale 96
~~F.3 Essai de tenue en tension ..... ~~
Bibliographie 98

Figure 1 – Paramètres de la forme d'onde de l'impulsion de tension 59
Figure 2 – Forme d'onde représentant un cycle complet de la tension entre phases aux bornes d'une machine alimentée par un convertisseur à 3 niveaux 60
Figure 3 – Saut de tension (U_j ou $U_{j\ max}$) aux bornes d'une machine alimentée par un entraînement par convertisseur 61
Figure 4 – Augmentation maximale de tension aux bornes de la machine due à une charge d'impédance infinie, en fonction de la longueur de câble pour divers temps de montée d'impulsions 62
Figure 5 – Exemple de conception à enroulements non rangés 63
Figure 6 – Exemple de conception à enroulements préformés 63
Figure 7 – Cas le plus défavorable de tension contraignant l'isolation entre spires dans une variété de stators non rangés, en fonction du temps de montée de l'impulsion 64
Figure 8 – Exemple de courbe de durée de vie pour un système d'isolation principale de Type II 71
Figure 9 – Exemple de courbe de durée de vie pour une isolation entre spires 73

Figure A.1 – Représentation de la tension phase-terre aux bornes d'une machine alimentée par un convertisseur à 3 niveaux 81

Figure A.2 – Rapport de la durée de vie en pourcentage (axe y) entre la tension de choc ($U_{pk/pk}$) et la tension fondamentale ($U'_{pk/pk}$) exprimé en pourcentage, pour divers rapports de fréquence d'impulsion/fréquence fondamentale (n=10)..... 83

Figure B.1 – Exemple de circuit de simulation de tension par convertisseur simple..... 84

Figure B.2 – Forme d'onde typique produite par le générateur d'impulsions..... 85

Figure B.3 – Exemple de circuit de simulation de tension par convertisseur simple..... 86

Figure B.4 – Forme d'onde typique produite par le générateur d'impulsions..... 86

Figure E.1 – Courbe de durée de vie de référence pour une isolation principale 93

Tableau 1 – Exemples de valeurs mesurées de caractéristiques des tensions aux bornes pour deux machines alimentées par convertisseurs..... 60

Tableau 2 – Influence des caractéristiques de la tension d'entraînement par convertisseur sur l'accélération du vieillissement des composants des systèmes d'isolation de Type II..... 66

Tableau A.1 – Contribution au vieillissement électrique par des impulsions de 1 kHz à partir d'un convertisseur à 3 niveaux, exprimée en pourcentage du vieillissement résultant de la tension fondamentale à 50 Hz (coefficient d'endurance de 10)..... 82

~~Tableau D.1 – Tensions d'essai entre phase et terre selon la classe d'isolation contre les tensions de choc (IVIC) pour les systèmes d'isolation de Type II .....~~

Tableau D.1 – Définition de la classe d'isolation des tensions de choc (IVIC) et du facteur de tension d'essai (TVF) pour les systèmes d'isolation de Type II 90

Tableau D.~~1~~2 – Classes d'isolement ~~contre les~~ des tensions de choc (IVIC) 91

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 18-42: Systèmes d'isolation électrique résistants aux décharges partielles (Type II) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par convertisseurs de tension – Essais de qualification

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique 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. A 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

IEC 60034-18-42 édition 1.1 contient la première édition (2017-02) [documents 2/1854/FDIS et 2/1856/RVD] et son amendement 1 (2020-08) [documents 2/1998/FDIS et 2/2008/RVD].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme Internationale IEC 60034-18-42 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

NOTE Un tableau des correspondances de toutes les publications du comité d'études 2 de l'IEC peut être trouvé sur le site web de l'IEC, à la page d'accueil de ce comité.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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.

INTRODUCTION

L'approbation des systèmes d'isolation électrique destinés à des machines électriques tournantes alimentées par convertisseurs de tension est décrite dans deux normes internationales. Ces normes répartissent les systèmes en deux types selon qu'ils sont destinés à un fonctionnement où ils ne sont pas susceptibles d'être soumis, en un point quelconque de leur système d'isolation, à des décharges partielles dans des conditions spécifiées d'exploitation (Type I), ou bien s'ils sont susceptibles d'être soumis, en un point quelconque de leur système d'isolation, à des décharges partielles dans des conditions spécifiées d'exploitation (Type II). Pour les deux systèmes d'isolation, Type I et Type II, l'intégrateur du système d'entraînement de puissance (chargé de coordonner le rendement électrique de tout le système d'entraînement de puissance) doit informer le constructeur de la machine de la tension à laquelle les bornes de la machine sont soumises pendant le fonctionnement. Le constructeur de la machine devra donc choisir un degré de sévérité d'essais appropriés pour qualifier le système d'isolation. Pour les systèmes d'isolation qualifiés conformément à l'IEC 60034-18-41 ou à l'IEC 60034-18-42 pour l'utilisation dans des applications alimentées par des convertisseurs, une classe d'isolation contre les tensions de choc peut être déduite. Ceci indique l'aptitude de l'isolation à supporter les contraintes électriques liées au fonctionnement des convertisseurs. Pour les systèmes de Type I, la sévérité est basée sur le temps de montée de l'impulsion et sur la tension crête à crête. Pour les systèmes de Type II, la sévérité est en plus affectée par le taux de répétition des tensions de choc et par les caractéristiques de la tension fondamentale. Après l'installation du système convertisseur/machine, il est recommandé que l'intégrateur du système mesure les tensions entre phases et les tensions entre phase et terre, entre les bornes et la terre pour vérifier la conformité.

IEC 60034-18-41

Les systèmes d'isolation de Type I sont traités dans l'IEC 60034-18-41. Ces systèmes sont généralement utilisés dans des machines tournantes dont la tension assignée d'alimentation est inférieure à 700 V en valeur efficace et dont les bobines sont généralement à enroulement non rangé. Les références normatives et définitions nécessaires sont données dans l'IEC 60034-18-41, ainsi qu'une présentation des effets liés à l'utilisation de convertisseurs. L'approche conceptuelle et les programmes d'essais utilisés sont décrits après que les bases techniques nécessaires à la procédure d'évaluation ont été établies.

IEC 60034-18-42

L'IEC 60034-18-42 décrit les essais de qualification des systèmes d'isolation de Type II. Ces systèmes d'isolation sont généralement utilisés dans les machines tournantes ayant généralement des bobines préformées, le plus souvent assignées à une tension supérieure à 700 V en valeur efficace. La procédure de qualification est totalement différente de celle utilisée pour les systèmes d'isolation de Type I et implique la destruction d'éprouvettes dans des conditions de vieillissement accélérées. Le constructeur exige une courbe de durée de vie (telle que décrite dans l'IEC 60034-18-32) pour le système d'isolation, qui puisse être interprétée en utilisant des calculs appropriés et/ou des procédures expérimentales, pour donner une estimation de la durée de vie dans les conditions de fonctionnement avec l'entraînement par convertisseur. Une grande importance est donnée à la qualification de tout système de maîtrise des contraintes utilisé, et il convient d'effectuer les essais dans des conditions d'impulsions sinusoïdales répétées appliquées séparément. S'il peut être démontré que le système d'isolation offre une durée de vie acceptable dans les conditions de vieillissement spécifiées, le système est qualifié pour son utilisation.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 18-42: Systèmes d'isolation électrique résistants aux décharges partielles (Type II) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par convertisseurs de tension – Essais de qualification

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034 définit les critères d'évaluation du système d'isolation des enroulements statoriques et rotoriques des machines à courant alternatif monophasées ou polyphasées qui sont soumises à des tensions de choc répétitives telles que celles générées par les convertisseurs à modulation de largeur d'impulsion (MLI), et qui sont susceptibles de subir et de supporter des décharges partielles pendant leur fonctionnement. Elle spécifie des essais de qualification électrique réalisés sur des éprouvettes représentatives, pour vérifier leur adéquation à un fonctionnement avec des convertisseurs de source de tension. Elle décrit également un système de classification supplémentaire qui définit les limites de performances fiables dans des conditions d'alimentation par des convertisseurs.

Bien que le présent document traite des convertisseurs de tension, il est admis qu'il existe d'autres types de convertisseurs qui peuvent créer des tensions de choc répétitives. Pour ces convertisseurs, une approche similaire des essais peut être utilisée.

La qualification des systèmes d'isolation ne peut pas être requise pour les machines tournantes qui sont uniquement alimentées par des convertisseurs de tension pour le démarrage; de telles machines ne relèvent donc pas du domaine d'application du présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60034-1:2010, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

IEC 60034-18-1:2010, *Machines électriques tournantes – Partie 18-1: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Principes directeurs généraux*

IEC 60034-18-31, *Machines électriques tournantes – Partie 18-31: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Evaluation thermique et classification des systèmes d'isolation utilisés dans les machines tournantes*

IEC 60034-18-32, *Machines électriques tournantes – Partie 18-32: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Évaluation par endurance électrique*

IEC 60034-18-41:2014, *Machines électriques tournantes – Partie 18-41: Systèmes d'isolation électrique sans décharge partielle (Type I) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par des convertisseurs de tension – Essais de qualification et de contrôle qualité*

IEC TS 60034-27, *Machines électriques tournantes – Partie 27: Mesures à l'arrêt des décharges partielles effectuées sur le système d'isolation des enroulements statoriques des machines électriques tournantes*

IEC TS 61934, *Electrical insulating materials and systems – Electrical measurement of partial discharges (PD) under short rise time and repetitive voltage* impulses (disponible en anglais seulement)

IEC 62539, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data* (disponible en anglais seulement)

IEC 60034-18-42

Edition 1.1 2020-08
CONSOLIDATED VERSION

FINAL VERSION

VERSION FINALE

colour inside

Rotating electrical machines –
Part 18-42: Partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification tests

Machines électriques tournantes –
Partie 18-42: Systèmes d'isolation électrique résistants aux décharges partielles (Type II) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par convertisseurs de tension – Essais de qualification



IEC 60034-18-42:2017-02+AMD1:2020-08 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 9
4 Machine terminal voltages arising from converter operation 12
5 Electrical stresses in the insulation system of machine windings 15
5.1 General 15
5.2 Voltages stressing the phase to phase insulation 16
5.3 Voltages stressing the phase to ground insulation 16
5.4 Voltages stressing the turn to turn insulation 16
5.4.1 General 16
5.4.2 Random-wound windings 17
5.4.3 Form-wound windings 17
6 Voltage rating for Type II insulation systems 17
7 Stress factors for converter-fed Type II insulation systems 18
8 Qualification tests 20
8.1 General 20
8.2 Qualification tests 20
9 Qualification of mainwall insulation system 21
9.1 General 21
9.2 Test methods 21
9.3 Use of 50 Hz or 60 Hz life data to predict the service life with a converter drive 22
10 Qualification of turn insulation 23
10.1 General 23
10.2 Test methods 24
11 Qualification of the stress control system 25
11.1 General 25
11.2 Test methods 26
12 Preparation of test objects 27
12.1 General 27
12.2 Mainwall specimens 27
12.3 Turn to turn specimens 27
12.4 Stress control specimens 27
13 Qualification test procedures 27
13.1 General 27
13.2 Mainwall insulation 28
13.3 Turn to turn insulation 28
13.4 Stress control system 28
14 Qualification test pass criteria 29
14.1 Mainwall insulation 29
14.2 Turn to turn insulation 29
14.3 Stress control system 29
15 Routine test 30

16 Optional screening tests 30
17 Analysis, reporting and classification 30
Annex A (informative) Contributions to ageing of the mainwall insulation 31
A.1 Life time consumption of the mainwall insulation 31
A.2 Calculation of the contributions to ageing from a 3-level converter drive 31
A.3 Calculation to derive an equivalent voltage amplitude and frequency 32
Annex B (informative) Examples of circuits for impulse testing 34
B.1 Impulse test circuit using a semiconducting switch 34
B.2 Typical waveform generated from the impulse generator 34
B.3 Alternative impulse test circuit using a semiconducting switch 35
Annex C (informative) Derivation of the short term endurance test voltage 37
Annex D (informative) Derivation of the impulse voltage insulation class for the machine insulation 38
Annex E (normative) Derivation of an IVIC in the absence of a manufacturer's reference life line 41
E.1 Derivation of an IVIC from endurance tests 41
E.1.1 Mainwall insulation 41
E.1.2 Turn insulation 42
E.1.3 Stress control system 42
E.2 Derivation of the IVIC X on the basis of satisfactory service experience 42
E.3 Derivation of an IVIC S on the basis of satisfactory service experience 42
Annex F (informative) Optional screening tests 43
F.1 General 43
F.2 Short term endurance test on the mainwall insulation 43
Bibliography 44

Figure 1 – Voltage impulse waveshape parameters 13
Figure 2 – Waveform representing one complete cycle of the phase to phase voltage at the terminals of a machine fed from a 3-level converter 14
Figure 3 – Jump voltage (U_{j} or $U_{\mathrm{j\ max}}$) at the terminals of a machine fed from a converter drive 14
Figure 4 – Maximum voltage enhancement at the machine terminals at infinite impedance as a function of cable length for various impulse rise times 15
Figure 5 – Example of a random-wound design 16
Figure 6 – Example of a form-wound design 16
Figure 7 – Worst case voltage stressing the turn to turn insulation in a variety of random-wound stators as a function of the rise time of the impulse 17
Figure 8 – Example of a life curve for a Type II mainwall insulation system 23
Figure 9 – Example of a life curve for turn insulation 25
Figure A.1 – Representation of the phase to ground voltage at the terminals of a machine fed from a 3-level converter 31
Figure A.2 – Ratio of the life time consumption (y-axis) of impulse voltage ($U_{\mathrm{pk/pk}}$) to fundamental voltage ($U'_{\mathrm{pk/pk}}$) expressed as a percentage for various impulse/fundamental frequency ratios (n=10) 33
Figure B.1 – Example of a simple converter voltage simulation circuit 34
Figure B.2 – Typical waveform generated from the impulse generator 35
Figure B.3 – Example of a simple converter voltage simulation circuit 36
Figure B.4 – Typical waveform generated from the impulse generator 36

Figure E.1 – Reference life line for mainwall insulation 41

Table 1 – Examples of the measured values of characteristics of the terminal voltages for two converter-fed machines 13

Table 2 – Influence of features of the converter drive voltage on acceleration of ageing of components of Type II insulation systems 19

Table A.1 – Contribution to electrical ageing by 1 kHz impulses from a 3-level converter as a percentage of the ageing from the 50 Hz fundamental voltage (endurance coefficient of 10) 32

Table D.1 – IVIC- and test voltage factor definition for Type II insulation systems 39

Table D.2 – Impulse voltage insulation classes (IVIC) 40

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 18-42: Partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification tests

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) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 60034-18-42 edition 1.1 contains the first edition (2017-02) [documents 2/1854/FDIS and 2/1856/RVD] and its amendment 1 (2020-08) [documents 2/1998/FDIS and 2/2008/RVD].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 60034-18-42 has been prepared by IEC Technical Committee 2: Rotating machinery.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

NOTE A table of cross-references of all TC 2 publications can be found on the IEC TC 2 dashboard on the IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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.

INTRODUCTION

The approval of electrical insulation systems for use in rotating electrical machines fed from voltage converters is set out in two International Standards. These standards separate the systems into those which are not expected to experience partial discharge activity within specified conditions in their service lives (Type I) and those which are expected to experience and withstand partial discharge activity in any part of the insulation system throughout their service lives (Type II). For both Type I and Type II insulation systems, the power drive system integrator (the person responsible for co-ordinating the electrical performance of the entire power drive system) shall inform the machine manufacturer what voltage will appear at the machine terminals in service. The machine manufacturer will then decide upon the severity of the tests appropriate for qualifying the insulation system. For insulation systems which have been qualified through IEC 60034-18-41 or IEC 60034-18-42 for use in converter-fed applications, an impulse voltage insulation class may be derived. This indicates the ability of the insulation to withstand the electric stresses resulting from converter operation. For Type I systems, the severity is based on the impulse rise time and the peak to peak voltage. For Type II systems, the severity is additionally affected by the impulse voltage repetition rate and the fundamental voltage characteristics. After installation of the converter/machine system, it is recommended that the system integrator measures the phase to phase and phase to ground voltages between the terminals and ground to check for compliance.

IEC 60034-18-41

Type I insulation systems are dealt with in IEC 60034-18-41. These systems are generally used in rotating machines with rated voltage less than 700 V r.m.s. and tend to have random-wound coils. In IEC 60034-18-41, the necessary normative references and definitions are given together with a review of the effects arising from converter operation. Having established the technical basis for the evaluation procedure, the conceptual approach and test programmes are then described.

IEC 60034-18-42

In IEC 60034-18-42, tests are described for qualification of Type II insulation systems. These insulation systems are generally used in rotating machines which have form-wound windings, mostly rated above 700 V r.m.s. The qualification procedure is completely different from that used for Type I insulation systems and involves destructive ageing of test objects under accelerated conditions. The manufacturer requires a life curve (as described in IEC 60034-18-32) for the insulation system that can be interpreted by use of appropriate calculations and/or experimental procedures to provide an estimate of life under the service conditions with converter drive. Great importance is attached to the qualification of any stress control system that is used and testing here should be performed under sinusoidal and repetitive impulse conditions applied separately. If the insulation system can be shown to provide an acceptable life under the specified ageing conditions, it is qualified for use.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 18-42: Partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification tests

1 Scope

This part of IEC 60034 defines criteria for assessing the insulation system of stator/rotor windings of single or polyphase AC machines which are subjected to repetitive impulse voltages, such as those generated by pulse width modulation (PWM) converters, and are expected to experience and withstand partial discharge activity during service. It specifies electrical qualification tests on representative specimens to verify fitness for operation with voltage-source converters. It also describes an additional classification system which defines the limits of reliable performance under converter-fed conditions.

Although this document deals with voltage converters, it is recognised that there are other types of converters that can create repetitive impulse voltages. For these converters, a similar approach to testing can be used.

Qualification of insulation systems may not be required for rotating machines which are only fed from voltage converters for starting and so they are excluded from this document.

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 60034-1:2010, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-18-1:2010, *Rotating electrical machines – Part 18-1: Functional evaluation of insulation systems. General guidelines*

IEC 60034-18-31, *Rotating electrical machines – Part 18-31: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Thermal evaluation and classification of insulation systems used in rotating machines*

IEC 60034-18-32, *Rotating electrical machines – Part 18-32: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Evaluation by electrical endurance*

IEC 60034-18-41:2014, *Rotating electrical machines – Part 18-41: Partial discharge free (Type I) electrical insulation systems used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification and quality control tests*

IEC TS 60034-27, *Rotating electrical machines – Part 27: Off-line partial discharge measurements on the stator winding insulation of rotating electrical machines*

IEC TS 61934, *Electrical insulating materials and systems – Electrical measurement of partial discharges (PD) under short rise time and repetitive voltage impulses*

IEC 62539, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 49
INTRODUCTION 51
1 Domaine d'application 52
2 Références normatives 52
3 Termes et définitions 53
4 Tensions aux bornes de la machine liées au fonctionnement du convertisseur 57
5 Contraintes électriques pour les systèmes d'isolation des enroulements de machines 60
5.1 Généralités 60
5.2 Tensions contraignant l'isolation entre phases 61
5.3 Tensions contraignant l'isolation entre phase et terre 61
5.4 Tensions contraignant l'isolation entre spires 61
5.4.1 Généralités 61
5.4.2 Enroulements non rangés 62
5.4.3 Enroulements préformés 62
6 Tension nominale pour les systèmes d'isolation de Type II 62
7 Facteurs de contrainte pour les systèmes d'isolation de Type II alimentés par convertisseur 63
8 Essais de qualification 65
8.1 Généralités 65
8.2 Essais de qualification 65
9 Qualification du système d'isolation principale 66
9.1 Généralités 66
9.2 Méthodes d'essai 66
9.3 Utilisation de données de durée de vie à 50 Hz ou 60 Hz pour prédire la durée de vie en service avec un entraînement par convertisseur 68
10 Qualification de l'isolation entre spires 69
10.1 Généralités 69
10.2 Méthodes d'essai 69
11 Qualification du système de maîtrise des contraintes 71
11.1 Généralités 71
11.2 Méthodes d'essai 72
12 Préparation des éprouvettes 73
12.1 Généralités 73
12.2 Éprouvettes pour essais d'isolation principale 73
12.3 Éprouvettes pour essais d'isolation entre spires 73
12.4 Éprouvettes pour essais de système de maîtrise des contraintes 73
13 Procédures d'essais de qualification 74
13.1 Généralités 74
13.2 Isolation principale 74
13.3 Isolation entre spires 75
13.4 Système de maîtrise des contraintes 75
14 Critères de réussite des essais de qualification 76
14.1 Isolation principale 76
14.2 Isolation entre spires 76

14.3 Système de maîtrise des contraintes....76
15 Essai de routine....77
16 Essais de dépistage facultatifs....77
17 Analyse, compte-rendu et classement....77
Annexe A (informative) Contributions au vieillissement de l'isolation principale....78
A.1 Réduction de la durée de vie de l'isolation principale....78
A.2 Calcul des contributions au vieillissement pour un convertisseur à 3 niveaux....78
A.3 Calcul pour déduire une amplitude et une fréquence de tension équivalentes....80
Annexe B (informative) Exemples de circuits pour l'essai d'impulsions....82
B.1 Circuit d'essai d'impulsions utilisant un interrupteur à semiconducteur....82
B.2 Forme d'onde typique produite par le générateur d'impulsions....83
B.3 Variante de circuit d'essai d'impulsions utilisant un interrupteur à semiconducteur....83
Annexe C (informative) Déduction de la tension d'essai d'endurance de courte durée....85
Annexe D (informative) Déduction de la classe d'isolation contre les tensions de choc pour l'isolation de la machine....86
Annexe E (normative) Déduction d'une classe d'isolation contre les tensions de choc (IVIC) en l'absence d'une courbe de durée de vie de référence fournie par le constructeur....89
E.1 Déduction d'une classe d'isolation contre les tensions de choc (IVIC) à partir d'essais d'endurance....89
E.1.1 Isolation principale....89
E.1.2 isolation entre spires....90
E.1.3 Système de maîtrise des contraintes....90
E.2 Déduction de la classe IVIC X fondée sur un fonctionnement satisfaisant en conditions de service....90
E.3 Déduction d'une classe IVIC S fondée sur un fonctionnement satisfaisant en conditions de service....91
Annexe F (informative) Essais de dépistage facultatifs....92
F.1 Généralités....92
F.2 Essai d'endurance de courte durée sur l'isolation principale....92
Bibliographie....93

Figure 1 – Paramètres de la forme d'onde de l'impulsion de tension....57
Figure 2 – Forme d'onde représentant un cycle complet de la tension entre phases aux bornes d'une machine alimentée par un convertisseur à 3 niveaux....58
Figure 3 – Saut de tension (U_{j} ou $U_{\mathrm{j\ max}}$) aux bornes d'une machine alimentée par un entraînement par convertisseur....59
Figure 4 – Augmentation maximale de tension aux bornes de la machine due à une charge d'impédance infinie, en fonction de la longueur de câble pour divers temps de montée d'impulsions....60
Figure 5 – Exemple de conception à enroulements non rangés....61
Figure 6 – Exemple de conception à enroulements préformés....61
Figure 7 – Cas le plus défavorable de tension contraignant l'isolation entre spires dans une variété de stators non rangés, en fonction du temps de montée de l'impulsion....62
Figure 8 – Exemple de courbe de durée de vie pour un système d'isolation principale de Type II....69
Figure 9 – Exemple de courbe de durée de vie pour une isolation entre spires....71

Figure A.1 – Représentation de la tension phase-terre aux bornes d'une machine alimentée par un convertisseur à 3 niveaux 79

Figure A.2 – Rapport de la durée de vie en pourcentage (axe y) entre la tension de choc ($U_{pk/pk}$) et la tension fondamentale ($U'_{pk/pk}$) exprimé en pourcentage, pour divers rapports de fréquence d'impulsion/fréquence fondamentale (n=10)..... 81

Figure B.1 – Exemple de circuit de simulation de tension par convertisseur simple..... 82

Figure B.2 – Forme d'onde typique produite par le générateur d'impulsions..... 83

Figure B.3 – Exemple de circuit de simulation de tension par convertisseur simple..... 84

Figure B.4 – Forme d'onde typique produite par le générateur d'impulsions..... 84

Figure E.1 – Courbe de durée de vie de référence pour une isolation principale 89

Tableau 1 – Exemples de valeurs mesurées de caractéristiques des tensions aux bornes pour deux machines alimentées par convertisseurs..... 58

Tableau 2 – Influence des caractéristiques de la tension d'entraînement par convertisseur sur l'accélération du vieillissement des composants des systèmes d'isolation de Type II..... 64

Tableau A.1 – Contribution au vieillissement électrique par des impulsions de 1 kHz à partir d'un convertisseur à 3 niveaux, exprimée en pourcentage du vieillissement résultant de la tension fondamentale à 50 Hz (coefficient d'endurance de 10)..... 80

Tableau D.1 – Définition de la classe d'isolation des tensions de choc (IVIC) et du facteur de tension d'essai (TVF) pour les systèmes d'isolation de Type II..... 87

Tableau D.2 – Classes d'isolement des tensions de choc (IVIC) 88

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 18-42: Systèmes d'isolation électrique résistants aux décharges partielles (Type II) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par convertisseurs de tension – Essais de qualification

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique 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. A 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

IEC 60034-18-42 édition 1.1 contient la première édition (2017-02) [documents 2/1854/FDIS et 2/1856/RVD] et son amendement 1 (2020-08) [documents 2/1998/FDIS et 2/2008/RVD].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme Internationale IEC 60034-18-42 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

NOTE Un tableau des correspondances de toutes les publications du comité d'études 2 de l'IEC peut être trouvé sur le site web de l'IEC, à la page d'accueil de ce comité.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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.

INTRODUCTION

L'approbation des systèmes d'isolation électrique destinés à des machines électriques tournantes alimentées par convertisseurs de tension est décrite dans deux normes internationales. Ces normes répartissent les systèmes en deux types selon qu'ils sont destinés à un fonctionnement où ils ne sont pas susceptibles d'être soumis, en un point quelconque de leur système d'isolation, à des décharges partielles dans des conditions spécifiées d'exploitation (Type I), ou bien s'ils sont susceptibles d'être soumis, en un point quelconque de leur système d'isolation, à des décharges partielles dans des conditions spécifiées d'exploitation (Type II). Pour les deux systèmes d'isolation, Type I et Type II, l'intégrateur du système d'entraînement de puissance (chargé de coordonner le rendement électrique de tout le système d'entraînement de puissance) doit informer le constructeur de la machine de la tension à laquelle les bornes de la machine sont soumises pendant le fonctionnement. Le constructeur de la machine devra donc choisir un degré de sévérité d'essais appropriés pour qualifier le système d'isolation. Pour les systèmes d'isolation qualifiés conformément à l'IEC 60034-18-41 ou à l'IEC 60034-18-42 pour l'utilisation dans des applications alimentées par des convertisseurs, une classe d'isolation contre les tensions de choc peut être déduite. Ceci indique l'aptitude de l'isolation à supporter les contraintes électriques liées au fonctionnement des convertisseurs. Pour les systèmes de Type I, la sévérité est basée sur le temps de montée de l'impulsion et sur la tension crête à crête. Pour les systèmes de Type II, la sévérité est en plus affectée par le taux de répétition des tensions de choc et par les caractéristiques de la tension fondamentale. Après l'installation du système convertisseur/machine, il est recommandé que l'intégrateur du système mesure les tensions entre phases et les tensions entre phase et terre, entre les bornes et la terre pour vérifier la conformité.

IEC 60034-18-41

Les systèmes d'isolation de Type I sont traités dans l'IEC 60034-18-41. Ces systèmes sont généralement utilisés dans des machines tournantes dont la tension assignée d'alimentation est inférieure à 700 V en valeur efficace et dont les bobines sont généralement à enroulement non rangé. Les références normatives et définitions nécessaires sont données dans l'IEC 60034-18-41, ainsi qu'une présentation des effets liés à l'utilisation de convertisseurs. L'approche conceptuelle et les programmes d'essais utilisés sont décrits après que les bases techniques nécessaires à la procédure d'évaluation ont été établies.

IEC 60034-18-42

L'IEC 60034-18-42 décrit les essais de qualification des systèmes d'isolation de Type II. Ces systèmes d'isolation sont généralement utilisés dans les machines tournantes ayant généralement des bobines préformées, le plus souvent assignées à une tension supérieure à 700 V en valeur efficace. La procédure de qualification est totalement différente de celle utilisée pour les systèmes d'isolation de Type I et implique la destruction d'éprouvettes dans des conditions de vieillissement accélérées. Le constructeur exige une courbe de durée de vie (telle que décrite dans l'IEC 60034-18-32) pour le système d'isolation, qui puisse être interprétée en utilisant des calculs appropriés et/ou des procédures expérimentales, pour donner une estimation de la durée de vie dans les conditions de fonctionnement avec l'entraînement par convertisseur. Une grande importance est donnée à la qualification de tout système de maîtrise des contraintes utilisé, et il convient d'effectuer les essais dans des conditions d'impulsions sinusoïdales répétées appliquées séparément. S'il peut être démontré que le système d'isolation offre une durée de vie acceptable dans les conditions de vieillissement spécifiées, le système est qualifié pour son utilisation.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 18-42: Systèmes d'isolation électrique résistants aux décharges partielles (Type II) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par convertisseurs de tension – Essais de qualification

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034 définit les critères d'évaluation du système d'isolation des enroulements statoriques et rotoriques des machines à courant alternatif monophasées ou polyphasées qui sont soumises à des tensions de choc répétitives telles que celles générées par les convertisseurs à modulation de largeur d'impulsion (MLI), et qui sont susceptibles de subir et de supporter des décharges partielles pendant leur fonctionnement. Elle spécifie des essais de qualification électrique réalisés sur des éprouvettes représentatives, pour vérifier leur adéquation à un fonctionnement avec des convertisseurs de source de tension. Elle décrit également un système de classification supplémentaire qui définit les limites de performances fiables dans des conditions d'alimentation par des convertisseurs.

Bien que le présent document traite des convertisseurs de tension, il est admis qu'il existe d'autres types de convertisseurs qui peuvent créer des tensions de choc répétitives. Pour ces convertisseurs, une approche similaire des essais peut être utilisée.

La qualification des systèmes d'isolation ne peut pas être requise pour les machines tournantes qui sont uniquement alimentées par des convertisseurs de tension pour le démarrage; de telles machines ne relèvent donc pas du domaine d'application du présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60034-1:2010, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

IEC 60034-18-1:2010, *Machines électriques tournantes – Partie 18-1: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Principes directeurs généraux*

IEC 60034-18-31, *Machines électriques tournantes – Partie 18-31: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Evaluation thermique et classification des systèmes d'isolation utilisés dans les machines tournantes*

IEC 60034-18-32, *Machines électriques tournantes – Partie 18-32: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Évaluation par endurance électrique*

IEC 60034-18-41:2014, *Machines électriques tournantes – Partie 18-41: Systèmes d'isolation électrique sans décharge partielle (Type I) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par des convertisseurs de tension – Essais de qualification et de contrôle qualité*

IEC TS 60034-27, *Machines électriques tournantes – Partie 27: Mesures à l'arrêt des décharges partielles effectuées sur le système d'isolation des enroulements statoriques des machines électriques tournantes*

IEC TS 61934, *Electrical insulating materials and systems – Electrical measurement of partial discharges (PD) under short rise time and repetitive voltage* impulses (disponible en anglais seulement)

IEC 62539, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data* (disponible en anglais seulement)