

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**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.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**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**

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	40
---	---------------

Table D.1 – IVIC- and test voltage factor definition for Type II insulation systems	40
---	----

Table D.42 – 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*

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.....	96
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	90
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.12 – 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: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Évaluation 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)

FINAL VERSION**VERSION FINALE**

**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**

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 $U_{j\max}$) 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 ($U_{pk/pk}$) to fundamental voltage ($U_{pk/pk}$) 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*

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 $U_{j\max}$) 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: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Évaluation 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)