



IEC 60034-27-1

Edition 1.0 2017-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Rotating electrical machines –
Part 27-1: Off-line partial discharge measurements on the winding insulation**

**Machines électriques tournantes –
Partie 27-1: Mesurages à l'arrêt des décharges partielles effectués sur le
système d'isolation des enroulements**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.01

ISBN 978-2-8322-5104-1

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
4 Nature of PD in rotating machines	12
4.1 Basics of PD	12
4.2 Types of PD in rotating machines.....	13
4.2.1 General	13
4.2.2 Internal discharges	13
4.2.3 Slot discharges.....	13
4.2.4 End-winding gap and surface discharges.....	14
4.2.5 Foreign conductive materials discharges	14
4.3 Pulse propagation in windings.....	14
5 Measuring technologies and instrumentation	15
5.1 General.....	15
5.2 Influence of frequency response of measuring system	15
5.3 Effects of PD coupling units	16
5.4 Effect of the measuring instrument.....	17
6 Visualization of measurements	17
6.1 General.....	17
6.2 Minimum scope of PD data presentation	17
6.3 Additional means of PD data representation.....	18
6.3.1 General	18
6.3.2 Partial discharge pattern.....	19
7 Test circuits.....	19
7.1 General.....	19
7.2 Individual winding components.....	20
7.3 Complete windings.....	21
7.3.1 General	21
7.3.2 Standard measurements (SX.X).....	22
7.3.3 Optional, extended measurements (EX.X)	23
7.3.4 Using integrated test equipment (IX.X)	24
8 Normalization of measurements.....	25
8.1 General.....	25
8.2 Individual winding components.....	26
8.3 Complete windings.....	26
9 Test procedures	28
9.1 Acquiring PD measurements on windings and winding components	28
9.1.1 General	28
9.1.2 Test equipment and safety requirements	28
9.1.3 Preparation of test objects	28
9.1.4 Conditioning	29
9.1.5 Test voltages	29
9.1.6 PD test procedure.....	30

9.2	Identifying and locating the source of partial discharges	32
10	Interpretation of test results	32
10.1	General.....	32
10.2	Interpretation of PD magnitude, inception and extinction voltage.....	33
10.2.1	Basic interpretation.....	33
10.2.2	Trend in PD in a machine over time	34
10.2.3	Comparisons between winding components or between windings	34
10.3	PD pattern recognition	35
10.3.1	General	35
10.3.2	Basic interpretation.....	35
11	Test report.....	37
Annex A (informative)	Influence parameters of test frequency to testing procedure	39
Annex B (informative)	Alternative methods to determine discharge magnitudes	40
B.1	Q_m , according to definition 3.14.....	40
B.2	Cumulative repetitive PD magnitude Q_r	41
Annex C (informative)	Other off-line methods for PD detection and methods for localization	43
Annex D (informative)	External noise, disturbance and sensitivity	44
D.1	General.....	44
D.2	Sensitivity	44
D.3	Noise and signal-to-noise ratio.....	46
D.4	Disturbances.....	46
Annex E (informative)	Methods of disturbance suppression	47
E.1	Frequency range limiting.....	47
E.2	Phase window masking	47
E.3	Masking by noise signal triggering	47
E.4	Noise signal detection by measuring the propagation time	47
E.5	Two-channel signal difference method	48
E.6	Suppression of constant wave (CW) signals by digital filtering	49
E.7	Noise and disturbance rejection using signal processing techniques	49
Annex F (informative)	Interpretation of PD magnitude data and phase resolved PD patterns	52
F.1	Instructions for interpretation of PRPD patterns	52
F.1.1	Example of PRPD patterns	52
F.1.2	Relative severity of different PD mechanisms	54
F.1.3	Interpretation of the PD measurements from the line side and from the star point	55
F.1.4	Inductive discharges / Vibration sparking.....	55
Annex G (informative)	Test circuits for complete windings	57
G.1	General.....	57
G.2	Schemes and illustrations (see Figure G.1).....	57
Annex H (informative)	Wide-band and narrow-band measuring systems	62
H.1	General.....	62
H.2	Wide band systems.....	63
H.3	Narrow band systems	63
Bibliography	64

Figure 1 – Frequency response of a PD pulse and coupling units of various time constants	16
Figure 2 – PD magnitude as a function of the normalized test voltage $Q=f(U/U_{max})$	18
Figure 3 – Example of a PRPD pattern.....	19
Figure 4 – Basic test circuits in accordance with IEC 60270.....	21
Figure 5 – Test circuit for PD measurement (S1.1) on complete windings	22
Figure 6 – Normalization of the test circuit for measurement S1.1	27
Figure 7 – Test voltage applied to the test object during PD measurement.....	30
Figure 8 – Example for identification and localization of PD sources	36
Figure B.1 – Example for the indication of polarity effect.....	40
Figure B.2 – Effect of A/D conversion accuracy and the calculation of Q_r , Example	42
Figure D.1 – Recharging of the test object by various current components.....	45
Figure E.1 – Without window masking.....	47
Figure E.2 – With window masking.....	47
Figure E.3 – Pulse currents through the measuring circuit	48
Figure E.4 – Example of noise rejection	50
Figure E.5 – Example of cross-talk rejection	51
Figure F.1 – Example of PRPD patterns.....	53
Figure G.1 – Illustrated diagrams for Y- and Δ -connections, according to 7.3	61
Figure H.1 – Typical pulse responses of wide band and narrow band PD systems	62
Table 1 – Connection configuration S1 for open star point	22
Table 2 – Connection configuration S2 for closed star point.....	23
Table 3 – Connection configuration E1 for open star point	23
Table 4 – Connection configuration E2 for closed star point.....	24
Table 5 – Connection configuration I1 for integrated equipment and open star point, measurement on high voltage side.....	24
Table 6 – Connection configuration I2 for integrated equipment and open star point, measurement on star point side	25
Table 7 – Connection configuration I3 for integrated equipment and closed star point.....	25
Table A.1 – Recommended minimum measurement time and maximum slew rates	39
Table F.1 – Severity associated with the main PD sources in rotating machines	54

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –**Part 27-1: Off-line partial discharge measurements
on the winding insulation**

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.

International Standard IEC 60034-27-1 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

This International Standard cancels and replaces IEC TS 60034-27 (2006). It constitutes a technical revision.

The main technical changes with regard to IEC TS 60034-27 (2006) are as follows:

- In 1st version the scope was not well defined, and open to a too wide range of measurement frequencies. That has been corrected.
- In 1st version pulse magnitude was defined in different ways. Now, 2 definitions are given, one for each method.
- In 1st version the types of PD were erroneous. Especially the definition of the most critical “slot discharges” has been improved.

- Adding one more common test arrangement to Clause 7.
- Adding Annex A.
- Adding Annex B.
- Adding Annex G.
- Moving part of the original text (valid for old fashioned instruments) to new Annex H.

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

FDIS	Report on voting
2/1877/FDIS	2/1887/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

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

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

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

For many years, the measurement of partial discharges (PD) has been employed as a means of assessing the quality of new insulation systems and the condition of aged insulation systems. It is also considered as a means of detecting localized sources of PD in used electrical winding insulation arising from operational stresses in service. Compared with other dielectric tests (e.g. the measurement of dissipation factor or insulation resistance) the differentiating character of partial discharge measurements allows PD sources within the insulation system to be detected.

In connection with the servicing and overhaul of rotating machines, the measurement and analysis of partial discharges can also provide information on:

- presence of ageing effects and potential defects in the insulating system;
- ageing processes;
- further measures and intervals between overhauls.

Although the PD testing of rotating machines has gained widespread acceptance, it has emerged from several studies that not only are there different methods of measurement in existence but also the criteria and methods of analysing and finally assessing the measured data are often different and not comparable. Consequently, there is a need to give some guidance to those users who are considering the use of PD measurements to assess the condition of their insulation systems.

Partial discharge testing of stator windings can be divided into two broad groups:

- a) off-line measurements, in which the stator winding is isolated from the power system and a separate power supply is employed to energize the winding;
- b) on-line measurements, in which the rotating machine is operating normally and connected to the power system (IEC 60034-27-2).

Both of these approaches have advantages and disadvantages with respect to one another. While acknowledging the extensive world-wide use of on-line methods and their proven value to industry, this international standard is confined to off-line techniques. This approach is considered necessary to render this standard sufficiently concise to be of use by non-specialists in the field of PD testing.

Limitations:

When PD measurements are performed on stator windings, several external factors will inevitably affect the result. Consequently, PD measurements are only comparable under certain conditions.

In a factory or site environment, the PD measurement results will be influenced by noise, unless provisions have been made to reduce the influence of noise. Different hardware and software methods, affecting for example measurement frequency band or noise cancellation algorithms, are used in different equipment systems to separate relevant PD signals from noise. Recalculation of the measured PD signal to an equivalent charge is an additional step that will be dependent on the measurement and the calibration equipment that has been used for normalization, as well as the method used.

Measurement conditions including temperature and moisture as well as test object set-up will further affect the PD result. In case of a stator winding, the attenuation and dispersion of the PD pulse during propagation will be dependent on the actual winding design and the origin of the pulse.

Based on the above reasons, absolute PD magnitude limits for the windings of rotating machines, for example as acceptance criteria for production or operation are difficult to define.

In addition, the degree of deterioration, and hence the risk of insulation system failure, depends on the specific type of PD source and its location within the stator winding insulation, both of which can influence the test results significantly.

Users of PD measurement should be aware that, due to the principles of the method, not all insulation-related problems in stator windings can be detected by measuring partial discharges (for example insulation failure mechanisms, which are not accompanied by pulse signals due to conductive paths between different elements of the insulation). Pulse signals may further remain undetected in practice due to the impact of electrical noise and disturbance conditions, which limit the detection sensitivity.

For individual bars and coils, absolute limits for PD magnitude are also difficult to establish due to disparities between different test equipment and test setups. Therefore, no absolute limits are given in the current version of this document.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 27-1: Off-line partial discharge measurements on the winding insulation

1 Scope

This part of IEC 60034 provides a common basis for:

- measuring techniques and instruments;
- the arrangement of test circuits;
- normalization and testing procedures;
- noise reduction;
- the documentation of test results;
- the interpretation of test results,

with respect to partial discharge off-line measurements on the winding insulation of rotating electrical machines.

The measurement methods described in this document are applicable to stator windings of machines with or without conductive slot coating and to the stator windings of machines made with form wound or random wound windings. In special cases like high voltage rotor field windings, this document is applicable as well. The measurement methods are applicable when testing with alternating sinusoidal voltages from 0,1 Hz up to 400 Hz.

Interpretation guidelines are given in this document and are applicable only if all the following requirements are fulfilled:

- Measurements performed with power frequency of 50 Hz or 60 Hz, or when testing with power supply within a frequency range of 45 Hz to 65 Hz.
- Form wound windings and winding components such as bars and coils.
- Winding with conductive slot coating. This is usually valid for machines with voltage rating of 6 kV and higher.

For machines with random wound windings, form-wound windings without conductive slot coating, and testing at frequencies differing from power frequencies, the interpretation guidelines are not applicable. The testing procedures for off-line PD-measurements of this document can be used for assessing the uniform quality of manufacturing or/and the trending of these kind of windings as well as converter driven machine windings.

NOTE Testing of low voltage machines with so called Type I insulation systems is defined in reference [10]¹. Testing procedures for qualification of converter driven high voltage machines with so called Type II insulation systems are dealt with in IEC 60034-18-42 (in addition to the optional electric tests described therein).

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.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

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 60034-18-42, *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*

IEC TS 60034-27-2, *Rotating electrical machines – Part 27-2: On-line partial discharge measurements on the stator winding insulation of rotating electrical machines*

IEC 60034-27-4, *Rotating electrical machines – Part 27-4: Measurement of insulation resistance and polarization index of winding insulation of rotating electrical machines*

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60060-2, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*
IEC 60270:2000/AMD1:2015

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	69
INTRODUCTION.....	71
1 Domaine d'application	73
2 Références normatives	74
3 Termes et définitions	74
4 Nature des DP dans les machines tournantes.....	76
4.1 Notions élémentaires sur les DP	76
4.2 Types de DP dans les machines tournantes.....	77
4.2.1 Généralités.....	77
4.2.2 Décharges internes.....	77
4.2.3 Décharges d'encoche	78
4.2.4 Décharges dans l'entrefer du chignon et décharges superficielles	79
4.2.5 Décharges de matériaux conducteurs étrangers	79
4.3 Propagation des impulsions dans les enroulements	79
5 Technologies et instrumentation de mesure	80
5.1 Généralités	80
5.2 Influence de la réponse en fréquence du système de mesure	80
5.3 Effets des ensembles de couplage des DP	80
5.4 Effet des appareils de mesure.....	82
6 Visualisation des mesurages	82
6.1 Généralités	82
6.2 Étendue minimale de la présentation des données de DP	82
6.3 Moyens supplémentaires de représentation des données de DP	84
6.3.1 Généralités.....	84
6.3.2 Patron de décharges partielles	84
7 Circuits d'essai	85
7.1 Généralités	85
7.2 Composants individuels d'enroulements.....	86
7.3 Enroulements complets.....	87
7.3.1 Généralités.....	87
7.3.2 Mesurages normalisés (SX.X).....	88
7.3.3 Mesurages étendus facultatifs (EX.X)	89
7.3.4 Utilisation d'un équipement d'essai intégré (IX.X)	90
8 Normalisation des mesurages.....	91
8.1 Généralités	91
8.2 Composants individuels d'enroulements.....	92
8.3 Enroulements complets.....	92
9 Procédures d'essai	94
9.1 Réalisation de mesurages de DP au niveau des enroulements et des composants d'enroulements.....	94
9.1.1 Généralités.....	94
9.1.2 Équipement d'essai et exigences de sécurité.....	94
9.1.3 Préparation des éprouvettes.....	94
9.1.4 Conditionnement	95
9.1.5 Tensions d'essai.....	95

9.1.6	Procédure d'essai de DP	96
9.2	Identification et localisation de la source de décharges partielles.....	98
10	Interprétation des résultats d'essai	99
10.1	Généralités	99
10.2	Interprétation de l'amplitude des DP, et de la tension d'apparition et d'extinction	100
10.2.1	Interprétation fondamentale	100
10.2.2	Évolution dans la durée des DP au niveau d'une machine	101
10.2.3	Comparaisons entre composants d'enroulements ou entre enroulements	101
10.3	Identification des patrons de DP	102
10.3.1	Généralités	102
10.3.2	Interprétation fondamentale	102
11	Rapport d'essai	104
Annexe A (informative)	Paramètres d'influence de la fréquence d'essai sur la procédure d'essai	106
Annexe B (informative)	Autres méthodes de détermination des amplitudes de décharges	107
B.1	Q_m , selon la définition 3.14.....	107
B.2	Amplitude des DP répétitives cumulées Q_r	109
Annexe C (informative)	Autres méthodes à l'arrêt applicables à la détection des DP et méthodes de localisation	111
Annexe D (informative)	Bruit d'origine externe, perturbations et sensibilité	113
D.1	Généralités	113
D.2	Sensibilité	113
D.3	Bruit et rapport signal/bruit.....	115
D.4	Perturbations	115
Annexe E (informative)	Méthodes de suppression des perturbations.....	116
E.1	Limitation de la plage de fréquences.....	116
E.2	Masquage des fenêtres de phase	116
E.3	Masquage par déclenchement du signal de bruit.....	116
E.4	Détection du signal de bruit par mesure du temps de propagation.....	116
E.5	Méthode de la différence des signaux à deux canaux.....	117
E.6	Suppression des signaux d'ondes entretenues (CW – <i>constant wave</i>) par filtrage numérique	118
E.7	Élimination du bruit et des perturbations au moyen de techniques de traitement des signaux.....	118
Annexe F (informative)	Interprétation des données d'amplitude des DP et des patrons de DP résolus en phase.....	121
F.1	Instructions pour l'interprétation des patrons de DPRP	121
F.1.1	Exemple de patrons de DPRP.....	121
F.1.2	Sévérité relative de différents mécanismes de DP	123
F.1.3	Interprétation des mesurages des DP entre le côté réseau et le montage en étoile	124
F.1.4	Décharges inductives / étincelles dues aux vibrations.....	125
Annexe G (informative)	Circuits d'essai pour enroulements complets.....	126
G.1	Généralités	126
G.2	Schémas et représentations (voir Figure G.1)	126
Annexe H (Informative)	Systèmes de mesure à large bande et à bande étroite	131
H.1	Généralités	131

H.2	Systèmes à large bande.....	132
H.3	Systèmes à bande étroite	132
	Bibliographie.....	133
Figure 1	– Réponse en fréquence d'une impulsion de DP et ensembles de couplage de différentes constantes de temps	81
Figure 2	– Amplitude des DP en fonction de la tension d'essai normalisée $Q=f(U/U_{max})$	83
Figure 3	– Exemple de patron DPRP.....	85
Figure 4	– Circuits d'essai de base conformes à l'IEC 60270	87
Figure 5	– Circuit d'essai destiné au mesurage des DP (S1.1) sur des enroulements complets	88
Figure 6	– Normalisation du circuit d'essai pour le mesurage S1.1.....	93
Figure 7	– Tension d'essai appliquée à l'éprouvette lors du mesurage de DP	96
Figure 8	– Exemple pour l'identification et la localisation de sources de DP	103
Figure B.1	– Exemple d'indication de l'effet de polarité	108
Figure B.2	– Effet de l'exactitude de conversion A/N et calcul de Q_r (Exemple).....	110
Figure D.1	– Mise en charge de l'éprouvette par différentes composantes de courant.....	114
Figure E.1	– Sans masquage de fenêtre	116
Figure E.2	– Avec masquage de fenêtre	116
Figure E.3	– Courants d'impulsion à travers le circuit de mesure	117
Figure E.4	– Exemple d'élimination du bruit	119
Figure E.5	– Exemple d'élimination de la diaphonie	120
Figure F.1	– Exemple de patrons de DPRP	122
Figure G.1	– Schémas des connexions Y et Δ , selon 7.3.....	130
Figure H.1	– Réponses impulsionnelles types de systèmes de mesure de DP à large bande et à bande étroite	131
Tableau 1	– Configuration de connexion S1 pour un montage en étoile ouvert.....	88
Tableau 2	– Configuration de connexion S2 pour un montage en étoile fermé.....	89
Tableau 3	– Configuration de connexion E1 pour un montage en étoile ouvert.....	89
Tableau 4	– Configuration de connexion E2 pour un montage en étoile fermé.....	90
Tableau 5	– Configuration de connexion I1 pour un équipement intégré et un montage en étoile ouvert, mesurage côté haute tension	90
Tableau 6	– Configuration de connexion I2 pour un équipement intégré et un montage en étoile ouvert, mesurage côté montage en étoile	91
Tableau 7	– Configuration de connexion I3 pour un équipement intégré et un montage en étoile fermé.....	91
Tableau A.1	– Temps de mesure minimal recommandé et vitesses de rotation maximales	106
Tableau F.1	– Sévérité associée aux sources principales de DP dans les machines tournantes	123

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 27-1: Mesurages à l'arrêt des décharges partielles effectués sur le système d'isolation des enroulements

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'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.

La Norme internationale IEC 60034-27-1 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes.

Cette Norme internationale annule et remplace l'IEC TS 60034-27, publiée en 2006. Elle constitue une révision technique.

Les principales modifications techniques par rapport à l'IEC TS 60034-27:2006 sont les suivantes:

- Dans la première version, le domaine d'application n'était pas bien défini et s'ouvrait à une large gamme de fréquences de mesure. Cela a été corrigé.
- Dans la première version, la hauteur d'impulsion a été définie de différentes façons. Maintenant, 2 définitions sont données, une pour chaque méthode.

- Dans la première version, les types de DP (décharges partielles) étaient erronés. En particulier, la définition la plus critique des «décharges d'encoche» a été améliorée.
- Ajout d'un autre montage d'essai commun à l'Article 7.
- Ajout de l'annexe A.
- Ajout de l'annexe B.
- Ajout de l'annexe G.
- Déplacer une partie du texte original (valable pour les anciens instruments) vers une nouvelle Annexe H.

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

FDIS	Rapport de vote
2/1877/FDIS	2/1887/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

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

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

NOTE Un tableau de références croisées de toutes les publications du CE 2 de l'IEC est donné sur le tableau de bord du CE 2 sur le site web de l'IEC.

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

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

Depuis de nombreuses années, le mesurage des décharges partielles (DP) est utilisé comme moyen d'évaluation de la qualité des nouveaux systèmes d'isolation et de l'état des systèmes d'isolation anciens. Il est également considéré comme un moyen de détection de sources localisées de DP dans les anciens systèmes d'isolation électrique des enroulements, ces sources ayant pour origine les contraintes opérationnelles en cours de fonctionnement. Par comparaison avec d'autres essais diélectriques (par exemple, le mesurage de la tangente de l'angle de pertes ou de la résistance d'isolement), la caractéristique différenciatrice des mesurages des décharges partielles leur permet de détecter les sources de DP du système d'isolation.

En matière d'entretien courant et de révision des machines tournantes, le mesurage et l'analyse des décharges partielles peuvent également fournir des informations sur:

- les effets effectifs du vieillissement et les défauts potentiels dans le système d'isolation;
- les processus de vieillissement;
- les mesures supplémentaires à prendre et les intervalles entre les opérations de révision.

Bien que les essais de DP dans les machines tournantes soient largement admis et acceptés, plusieurs études ont démontré que non seulement des méthodes de mesure différentes existent, mais aussi que les critères et méthodes d'analyse et d'évaluation finale des données mesurées sont souvent différents et non comparables. Par conséquent, il est nécessaire de transmettre certaines recommandations aux utilisateurs qui envisagent d'utiliser les mesurages des DP pour évaluer l'état de leurs systèmes d'isolation.

Les essais de décharges partielles dans les enroulements statoriques peuvent être divisés en deux grands groupes:

- a) les mesurages à l'arrêt effectués avec l'enroulement statorique désaccouplé du réseau, une source d'alimentation séparée étant alors utilisée pour la mise sous tension de l'enroulement;
- b) les mesurages en fonctionnement effectués avec la machine tournante fonctionnant normalement et raccordée au réseau (IEC 60034-27-2).

Ces deux méthodes présentent des avantages et des inconvénients l'une par rapport à l'autre. Dans la mesure où l'utilisation des méthodes de mesure en fonctionnement est largement répandue à travers le monde et considérant leur utilité éprouvée pour l'industrie, la présente norme internationale traite exclusivement des techniques de mesure à l'arrêt. Cette approche est considérée comme nécessaire pour faire de la présente norme un document suffisamment concis qui s'adresse aux non-spécialistes dans le domaine des essais de DP.

Limites:

Lorsque les mesurages des DP sont effectués sur les enroulements statoriques, plusieurs facteurs externes altèrent inévitablement le résultat. Par conséquent, les mesurages des DP sont comparables uniquement dans certaines conditions.

Dans une usine ou sur le site d'exploitation, le bruit influe sur les résultats des mesurages des DP à moins que des dispositions n'aient été prises pour réduire son influence. Différentes méthodes matérielles et logicielles, qui altèrent par exemple la bande de fréquences de mesure ou les algorithmes d'annulation du bruit, sont utilisées dans différents systèmes d'équipements afin de séparer les signaux de DP appropriés du bruit. Un nouveau calcul du signal mesuré de DP à une charge équivalente constitue une étape supplémentaire dépendante du mesurage et de l'appareil d'étalonnage utilisé pour la normalisation, ainsi que de la méthode employée.

Les conditions de mesure comprenant la température et l'humidité, ainsi que le montage de l'éprouvette, altèrent également le résultat des DP. Dans le cas d'un enroulement statorique, l'affaiblissement et la dispersion de l'impulsion des DP lors de la propagation dépendent de la conception réelle de l'enroulement et de l'origine de l'impulsion.

Sur la base des raisons susmentionnées, les limites absolues d'amplitude des DP en matière d'enroulements de machines tournantes, par exemple les critères d'acceptation de la production ou d'exploitation, sont difficiles à déterminer.

En outre, la gravité des détériorations et par conséquent le risque de défaut d'isolement dépendent du type spécifique de source de DP et de son emplacement à l'intérieur du système d'isolation des enroulements statoriques qui peuvent influencer de manière significative les résultats des essais.

Il convient que les utilisateurs des mesurages des DP sachent que, du fait des principes méthodologiques, le mesurage des décharges partielles n'est pas susceptible d'identifier tous les problèmes liés au système d'isolation des enroulements statoriques (par exemple, mécanismes de défaut d'isolement non accompagnés de signaux d'impulsion du fait de l'existence de chemins conducteurs entre différents éléments de l'isolation). Les signaux d'impulsion peuvent par ailleurs ne pas être détectés dans la pratique du fait de l'influence du bruit électrique et des conditions de perturbation, qui limitent la sensibilité de détection.

Il est également difficile d'établir les limites absolues d'amplitude des DP pour les barres et bobines individuelles du fait des disparités observées entre différents équipements d'essai et montages d'essai. La version actuelle du présent document ne définit par conséquent aucune limite absolue.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 27-1: Mesurages à l'arrêt des décharges partielles effectués sur le système d'isolation des enroulements

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034 présente des modalités communes concernant:

- les techniques et les appareils de mesure;
- la mise en place des circuits d'essai;
- les procédures de normalisation et d'essai;
- la réduction du bruit;
- la documentation des résultats des essais;
- l'interprétation des résultats des essais;

pour les besoins des mesurages à l'arrêt des décharges partielles dans les systèmes d'isolation des enroulements des machines électriques tournantes.

Les méthodes de mesure décrites dans le présent document s'appliquent aux enroulements statoriques des machines avec ou sans revêtement d'encoches conducteur et aux enroulements statoriques des machines constitués avec des enroulements préformés ou des enroulements en vrac. Le présent document s'applique également dans des cas particuliers tels que des enroulements d'excitation rotorique haute tension. Les méthodes de mesure s'appliquent pour des essais effectués avec des tensions sinusoïdales alternatives comprises entre 0,1 Hz et 400 Hz.

Le présent document fournit des lignes directrices d'interprétation qui s'appliquent uniquement si toutes les exigences suivantes sont satisfaites:

- Mesurages effectués avec une fréquence industrielle de 50 Hz ou 60 Hz, ou lorsque les essais sont effectués avec une source d'alimentation comprise dans une plage de fréquences de 45 Hz à 65 Hz.
- Enroulements préformés et composants d'enroulement tels que des barres et des bobines.
- Enroulement avec un revêtement d'encoches conducteur. Ces exigences sont généralement valables pour les machines dont la tension assignée est supérieure ou égale à 6 kV.

Les lignes directrices d'interprétation ne s'appliquent pas aux machines avec enroulements en vrac et enroulements préformés sans revêtement d'encoches conducteur. Elles ne s'appliquent pas non plus aux essais effectués à des fréquences différentes des fréquences industrielles. Les procédures d'essai applicables aux mesurages à l'arrêt des DP spécifiés dans le présent document peuvent être utilisées pour évaluer la qualité uniforme de fabrication et/ou l'évolution de ces types d'enroulements, ainsi que les enroulements de machines entraînées par convertisseur.

NOTE L'essai des machines basse tension avec le système d'isolation appelé système de type 1 est défini à la référence [10]¹. L'IEC 60034-18-42 traite des procédures d'essai de qualification des machines haute tension entraînées par convertisseur avec des systèmes d'isolation appelés systèmes de type II (outre les essais électriques facultatifs qui y sont décrits).

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

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

IEC 60034-18-42, *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 TS 60034-27-2, *Rotating electrical machines – Part 27-2: On-line partial discharge measurements on the stator winding insulation of rotating electrical machines* (disponible en anglais seulement)

IEC 60034-27-4, *Rotating electrical machines – Part 27-4: Measurement of insulation resistance and polarization index of winding insulation of rotating electrical machines* (disponible en anglais seulement)

IEC 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60060-2, *Techniques des essais à haute tension – Partie 2: Systèmes de mesure*

IEC 60270:2000, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*
IEC 60270:2000/AMD1:2015