

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60270

Troisième édition
Third edition
2000-12

**Techniques des essais à haute tension –
Mesures des décharges partielles**

**High-voltage test techniques –
Partial discharge measurements**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

| | Pages |
|--|-------|
| AVANT-PROPOS | 8 |
| Articles | |
| 1 Domaine d'application..... | 12 |
| 2 Références normatives | 14 |
| 3 Définitions..... | 14 |
| 4 Circuits d'essai et systèmes de mesure..... | 24 |
| 4.1 Prescriptions générales | 24 |
| 4.2 Circuits d'essai pour tension alternative..... | 24 |
| 4.3 Systèmes de mesure de charge apparente | 26 |
| 4.3.1 Généralités | 26 |
| 4.3.2 Dispositif de couplage | 26 |
| 4.3.3 Réponse des appareils de mesure de la charge apparente à un train d'impulsions | 26 |
| 4.3.4 Appareils de mesure de DP à large bande | 28 |
| 4.3.5 Appareils de mesure de DP à large bande avec intégrateur actif | 30 |
| 4.3.6 Appareils de mesure de DP à bande étroite | 30 |
| 4.4 Prescriptions pour les mesures effectuées avec des appareils numériques de DP | 30 |
| 4.4.1 Prescriptions pour la mesure de la charge apparente q | 32 |
| 4.4.2 Exigences pour la mesure de la phase et de l'amplitude de la tension d'essai | 32 |
| 4.5 Systèmes de mesure pour les grandeurs dérivées..... | 32 |
| 4.5.1 Dispositifs de couplage | 32 |
| 4.5.2 Appareils de mesure du taux de répétition des impulsions n | 32 |
| 4.5.3 Appareils de mesure du courant de décharge moyen I | 34 |
| 4.5.4 Appareils de mesure de la puissance de décharge P | 34 |
| 4.5.5 Appareils de mesure du débit quadratique D | 34 |
| 4.5.6 Appareils de mesure de la tension de perturbation radioélectrique | 34 |
| 4.6 Appareils à bande passante ultra large pour la détection des DP..... | 36 |
| 5 Etalonnage d'un système de mesure dans le circuit d'essai complet | 36 |
| 5.1 Généralités..... | 36 |
| 5.2 Procédure d'étalonnage..... | 36 |
| 6 Dispositifs d'étalonnage | 38 |
| 6.1 Généralités..... | 38 |
| 6.2 Dispositif d'étalonnage pour étalonnage du système de mesure dans le circuit d'essai complet | 38 |
| 6.3 Dispositifs d'étalonnage pour essais de détermination des caractéristiques des systèmes de mesure | 40 |

CONTENTS

| | Page |
|--|------|
| FOREWORD | 9 |
| Clause | |
| 1 Scope | 13 |
| 2 Normative references | 15 |
| 3 Definitions | 15 |
| 4 Test circuits and measuring systems | 25 |
| 4.1 General requirements..... | 25 |
| 4.2 Test circuits for alternating voltages | 25 |
| 4.3 Measuring systems for apparent charge | 27 |
| 4.3.1 General..... | 27 |
| 4.3.2 Coupling device..... | 27 |
| 4.3.3 Pulse train response of instruments for the measurement of apparent charge | 27 |
| 4.3.4 Wide-band PD instruments..... | 29 |
| 4.3.5 Wide-band PD instruments with active integrator | 31 |
| 4.3.6 Narrow-band PD instruments..... | 31 |
| 4.4 Requirements for measurements with digital PD-instruments..... | 31 |
| 4.4.1 Requirements for measurement of apparent charge q | 33 |
| 4.4.2 Requirements for measurement of test voltage magnitude and phase | 33 |
| 4.5 Measuring systems for derived quantities | 33 |
| 4.5.1 Coupling device..... | 33 |
| 4.5.2 Instruments for the measurement of pulse repetition rate n | 33 |
| 4.5.3 Instruments for the measurement of average discharge current I | 35 |
| 4.5.4 Instruments for the measurement of discharge power P | 35 |
| 4.5.5 Instruments for the measurement of quadratic rate D | 35 |
| 4.5.6 Instruments for the measurement of the radio disturbance voltage | 35 |
| 4.6 Ultra-wide-band instruments for PD detection | 37 |
| 5 Calibration of a measuring system in the complete test circuit..... | 37 |
| 5.1 General..... | 37 |
| 5.2 Calibration procedure | 37 |
| 6 Calibrators | 39 |
| 6.1 General..... | 39 |
| 6.2 Calibrators for the calibration of a measuring system in the complete test circuit.... | 39 |
| 6.3 Calibrators for performance tests on measuring systems | 41 |

| Articles | Pages |
|---|--|
| 7 | Maintien des caractéristiques des dispositifs d'étalonnage et des systèmes de mesure..... 40 |
| 7.1 | Echéancier des essais..... 40 |
| 7.2 | Maintien des caractéristiques des dispositifs d'étalonnage 42 |
| 7.2.1 | Essais de type des dispositifs d'étalonnage..... 42 |
| 7.2.2 | Essais de routine des dispositifs d'étalonnage..... 42 |
| 7.2.3 | Essais de détermination des caractéristiques des dispositifs d'étalonnage 42 |
| 7.2.4 | Essais de contrôle des caractéristiques des dispositifs d'étalonnage 42 |
| 7.2.5 | Recueil de caractéristiques 44 |
| 7.3 | Maintien des caractéristiques des systèmes de mesure 44 |
| 7.3.1 | Essais de type des systèmes de mesure de DP 44 |
| 7.3.2 | Essais de routine des systèmes de mesure 46 |
| 7.3.3 | Essais de détermination des caractéristiques des systèmes de mesures..... 46 |
| 7.3.4 | Contrôle des caractéristiques des systèmes de mesures..... 46 |
| 7.3.5 | Contrôle des possibilités supplémentaires des systèmes de mesures numériques 48 |
| 7.3.6 | Recueil de caractéristiques 50 |
| 8 | Essais..... 50 |
| 8.1 | Prescriptions générales 50 |
| 8.2 | Conditionnement de l'objet en essai 50 |
| 8.3 | Choix des procédures d'essai..... 52 |
| 8.3.1 | Détermination des tensions d'apparition et d'extinction des décharges partielles 52 |
| 8.3.2 | Détermination de l'amplitude des décharges partielles à une tension d'essai spécifiée 52 |
| 9 | Incertitude de mesure et sensibilité 54 |
| 10 | Perturbations 54 |
| 11 | Mesures de décharges partielles lors d'essais sous tension continue 56 |
| 11.1 | Généralités..... 56 |
| 11.2 | Grandeurs relatives aux décharges partielles 56 |
| 11.3 | Tensions relatives aux décharges partielles..... 56 |
| 11.3.1 | Tensions d'apparition et d'extinction des décharges 56 |
| 11.3.2 | Tension d'essai de décharges partielles 58 |
| 11.4 | Circuits d'essai et dispositifs de mesure 58 |
| 11.5 | Essais 58 |
| 11.5.1 | Choix des procédures d'essai..... 58 |
| 11.5.2 | Perturbations 58 |
| Annexe A (normative) Essai de détermination des caractéristiques d'un dispositif d'étalonnage ... 70 | |
| Annexe B (informative) Circuits d'essai..... 76 | |
| Annexe C (informative) Mesures sur des câbles, postes sous enveloppe métallique, condensateurs de puissance et objets en essai comprenant des enroulements 80 | |
| Annexe D (informative) Utilisation de mesureurs de perturbations (interférences) radioélectriques pour la détection des décharges partielles 82 | |
| Annexe E (informative) Directives sur l'acquisition numérique des grandeurs relatives aux décharges partielles..... 86 | |
| Annexe F (informative) Méthodes non électriques de détection de DP 92 | |
| Annexe G (informative) Perturbations 94 | |

| Clause | Page |
|-----------------------|---|
| 7 | Maintaining the characteristics of calibrators and measuring systems 41 |
| 7.1 | Schedule of tests 41 |
| 7.2 | Maintaining the characteristics of calibrators 43 |
| 7.2.1 | Type tests on calibrators 43 |
| 7.2.2 | Routine tests on calibrators 43 |
| 7.2.3 | Performance tests on calibrators 43 |
| 7.2.4 | Performance checks on calibrators 43 |
| 7.2.5 | Record of performance 45 |
| 7.3 | Maintaining the characteristics of measuring systems 45 |
| 7.3.1 | Type tests on PD measuring systems 45 |
| 7.3.2 | Routine tests on measuring systems 47 |
| 7.3.3 | Performance tests on measuring systems 47 |
| 7.3.4 | Performance checks for measuring systems 47 |
| 7.3.5 | Checks for additional capabilities of digital measuring systems 49 |
| 7.3.6 | Record of performance 51 |
| 8 | Tests 51 |
| 8.1 | General requirements 51 |
| 8.2 | Conditioning of the test object 51 |
| 8.3 | Choice of test procedure 53 |
| 8.3.1 | Determination of the partial discharge inception and extinction voltages 53 |
| 8.3.2 | Determination of the partial discharge magnitude at a specified test voltage 53 |
| 9 | Measuring uncertainty and sensitivity 55 |
| 10 | Disturbances 55 |
| 11 | Partial discharge measurements during tests with direct voltage 57 |
| 11.1 | General 57 |
| 11.2 | Quantities related to partial discharges 57 |
| 11.3 | Voltages related to partial discharges 57 |
| 11.3.1 | Partial discharge inception and extinction voltages 57 |
| 11.3.2 | Partial discharge test voltage 59 |
| 11.4 | Test circuits and measuring systems 59 |
| 11.5 | Tests 59 |
| 11.5.1 | Choice of test procedures 59 |
| 11.5.2 | Disturbances 59 |
| Annex A (normative) | Performance test on a calibrator 71 |
| Annex B (informative) | Test circuits 77 |
| Annex C (informative) | Measurements on cables, gas insulated switchgear, power capacitors and on test objects with windings 81 |
| Annex D (informative) | The use of radio disturbance (interference) meters for the detection of partial discharges 83 |
| Annex E (informative) | Guidelines to digital acquisition of partial discharge quantities 87 |
| Annex F (informative) | Non-electrical methods of PD detection 93 |
| Annex G (informative) | Disturbances 95 |

| | Pages |
|--|-------|
| Figure 1 – Circuits d'essai fondamentaux pour la mesure des décharges partielles..... | 62 |
| Figure 2 – Circuit d'essai pour une mesure faite à la prise d'une traversée | 64 |
| Figure 3 – Circuit d'essai pour des objets auto-excités..... | 64 |
| Figure 4 – Connexions pour l'étalonnage du montage d'essai complet..... | 68 |
| Figure 5 – Relation correcte entre l'amplitude et la fréquence pour minimiser l'erreur d'intégration pour un système de mesure à large bande | 68 |
| Figure A.1 – Etalonnage des calibrateurs d'impulsions | 74 |
| Figure D.1 – Variation de la lecture $f(N)$ du mesureur de perturbations radioélectriques du CISPR avec la fréquence de répétition N , pour des impulsions constantes | 84 |
| Figure E.1 – Signaux de tension de sortie U_{out} de deux dispositifs de mesure différents pour la charge apparente (double impulsion) | 90 |
| Tableau 1 – Réponse des appareils de mesure de DP à un train d'impulsions | 28 |
| Tableau 2 – Essais demandés pour les dispositifs d'étalonnage | 44 |
| Tableau 3 – Essais nécessaires pour les systèmes de mesure | 48 |

| | Page |
|---|------|
| Figure 1 – Basic partial discharge test circuits..... | 63 |
| Figure 2 – Test circuit for measurement at a tapping of a bushing | 65 |
| Figure 3 – Test circuit for measuring self-excited test objects..... | 65 |
| Figure 4 – Connections for the calibration of the complete test arrangement | 69 |
| Figure 5 – Correct relationship between amplitude and frequency to minimize integration errors for a wide-band system..... | 69 |
| Figure A.1 – Calibration of pulse calibrators | 75 |
| Figure D.1 – Variation of CISPR radio disturbance meter reading $f(N)$ with repetition frequency N , for constant pulses..... | 85 |
| Figure E.1 – Output voltage signals U_{out} of two different PD measuring systems for apparent charge (double pulse) | 91 |
| Table 1 – Pulse train response of PD instruments | 29 |
| Table 2 – Tests required for calibrators..... | 45 |
| Table 3 – Tests required for measuring systems | 49 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNIQUES DES ESSAIS À HAUTE TENSION – MESURES DES DÉCHARGES PARTIELLES

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60270 a été préparée par le comité d'études 42 de la CEI: Techniques des essais à haute tension.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1981 dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| | |
|-------------|-----------------|
| FDIS | Rapport de vote |
| 42/162/FDIS | 42/165/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B, C, D, E, F et G sont citées seulement pour information.

Les termes définis à l'article 3 et utilisés dans toute cette norme sont en **caractères romains gras**.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE TEST TECHNIQUES – PARTIAL DISCHARGE MEASUREMENTS

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60270 has been prepared by IEC technical committee 42: High-voltage test techniques.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1981 of which it constitutes a technical revision.

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

| | |
|-------------|------------------|
| FDIS | Report on voting |
| 42/162/FDIS | 42/165/RVD |

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B, C, D, E, F and G are for information only.

Terms used throughout this standard which have been defined in clause 3: **bold roman type**.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum d'octobre 2001 a été pris en considération dans cet exemplaire.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of October 2001 have been included in this copy.

TECHNIQUES DES ESSAIS À HAUTE TENSION – MESURES DES DÉCHARGES PARTIELLES

1 Domaine d'application

Cette Norme internationale s'applique à la mesure des **décharges partielles** qui se produisent dans l'appareillage électrique, les composants ou les dispositifs soumis à des essais sous tension alternative à fréquence industrielle jusqu'à 400 Hz ou sous tension continue.

Cette norme:

- définit les termes utilisés;
- définit les grandeurs à mesurer;
- décrit les circuits d'essai et de mesure susceptibles d'être utilisés;
- définit les méthodes de mesure analogiques et numériques nécessaires aux applications courantes;
- spécifie les méthodes d'étalonnage et les exigences relatives aux appareils de mesure utilisés pour l'étalonnage;
- fournit des indications sur les procédures d'essai;
- donne quelques conseils concernant la séparation des **décharges partielles** des perturbations externes.

Il convient d'utiliser les recommandations de cette norme dans les projets de spécifications relatives à la mesure des **décharges partielles** pour des appareillages de puissance spécifiques. Cette norme traite des mesures électriques des **décharges partielles** impulsionnelles (de courte durée), mais aussi des méthodes non électriques, utilisées principalement pour la localisation des **décharges partielles**, voir annexe F.

Les diagnostics concernant le comportement d'appareillages spécifiques de puissance peuvent être facilités par le traitement numérique de données de **décharges partielles** (voir annexe E), mais aussi par des méthodes non électriques, utilisées principalement pour la localisation des **décharges partielles** (voir annexe F).

Cette norme concerne d'abord les mesures électriques de **décharges partielles** effectuées lors des essais sans tension alternative, mais les problèmes particuliers susceptibles de se produire lors d'essais sous tension continue sont traités dans l'article 11.

La terminologie, les définitions, les circuits d'essai de base et les procédures sont souvent utilisés lors d'essais à d'autres fréquences, mais des procédures d'essai et des caractéristiques de systèmes de mesure particulières, qui ne sont pas traitées dans cette norme, peuvent être nécessaires.

L'annexe A donne les exigences normatives relatives aux essais de détermination des caractéristiques des dispositifs d'étalonnage.

HIGH-VOLTAGE TEST TECHNIQUES – PARTIAL DISCHARGE MEASUREMENTS

1 Scope

This International Standard is applicable to the measurement of **partial discharges** which occur in electrical apparatus, components or systems when tested with alternating voltages up to 400 Hz or with direct voltage.

This standard

- defines the terms used;
- defines the quantities to be measured;
- describes test and measuring circuits which may be used;
- defines analogue and digital measuring methods required for common applications;
- specifies methods for calibration and requirements of instruments used for calibration;
- gives guidance on test procedures;
- gives some assistance concerning the discrimination of **partial discharges** from external interference.

The provisions of this standard should be used in the drafting of specifications relating to **partial discharge** measurements for specific power apparatus. It deals with electrical measurements of impulsive (short-duration) **partial discharges**, but reference is also made to non-electrical methods primarily used for **partial discharge** location (see annex F).

Diagnosis of the behaviour of specific power apparatus can be aided by digital processing of **partial discharge** data (see annex E) and also by non-electrical methods that are primarily used for **partial discharge** location (see annex F).

This standard is primarily concerned with electrical measurements of **partial discharges** made during tests with alternating voltage, but specific problems which arise when tests are made with direct voltage are considered in clause 11.

The terminology, definitions, basic test circuits and procedures often also apply to tests with other frequencies, but special test procedures and measuring system characteristics, which are not considered in this standard, may be required.

Annex A provides normative requirements for performance tests on calibrators.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

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

CISPR 16-1:1993, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité – Partie 1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité*

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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*

CISPR 16-1:1993, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*