

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
270**

Deuxième édition
Second edition
1981

Mesure des décharges partielles

Partial discharge measurements



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 270: 1981

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
270**

Deuxième édition
Second edition
1981

Mesure des décharges partielles

Partial discharge measurements

© CEI 1981 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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
1 Domaine d'application.	8
2. Objet	10
3. Définitions	10
3.1 Décharge partielle	10
3.2 Grandeurs relatives aux décharges partielles	10
3.3 Intensité de décharge partielle spécifiée.	12
3.4 Tensions en rapport avec les décharges partielles	12
4. Circuits d'essai et appareils de mesure	14
4.1 Prescriptions générales	14
4.2 Circuits d'essai	14
4.3 Appareils de mesure	18
4.4 Méthodes non électriques de détection	22
5. Etalonnage	22
5.1 Généralités	22
5.2 Détermination des caractéristiques de l'appareil de mesure	24
5.3 Etalonnage du circuit d'essai complet comportant le mesureur.	26
6. Essais	28
6.1 Prescriptions générales	28
6.2 Conditionnement de l'objet en essai	28
6.3 Prescriptions relatives à la tension d'essai	28
6.4 Choix des modalités d'essai	28
6.5 Mesures sur des câbles et sur des objets comprenant des enroulements	30
7. Précision et sensibilité de la mesure.	30
8. Perturbations	32
8.1 Sources de perturbations.	32
8.2 Détection des perturbations	32
8.3 Réduction des perturbations.	34
8.4 Niveaux de perturbation.	36
9. Prescriptions spéciales pour les mesures de décharges partielles lors d'essais sous tension continue.	36
9.1 Généralités	36
9.2 Grandeurs relatives aux décharges partielles	38
9.3 Tensions en rapport avec les décharges partielles	38
9.4 Circuits d'essai et appareils de mesure	38
9.5 Essais	38
9.6 Perturbations	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
1. Scope	9
2. Object	11
3. Definitions	11
3.1 Partial discharge	11
3.2 Quantities related to partial discharges	11
3.3 Specified partial discharge magnitude	13
3.4 Voltages related to partial discharges	13
4. Test circuits and measuring instruments	15
4.1 General requirements	15
4.2 Test circuits	15
4.3 Measuring instruments	19
4.4 Non-electrical methods of detection	23
5. Calibration	23
5.1 General	23
5.2 Determination of instrument characteristics	25
5.3 Calibration of the instrument in the complete test arrangement	27
6. Tests	29
6.1 General requirements	29
6.2 Conditioning of the test object	29
6.3 Requirements for the test voltage	29
6.4 Choice of test procedure	29
6.5 Measurements on cables and on test objects with windings	31
7. Measuring accuracy and sensitivity	31
8. Disturbances	33
8.1 Sources of disturbances	33
8.2 Detecting disturbances	33
8.3 Reduction of disturbances	35
8.4 Disturbance levels	37
9. Special requirements for partial discharge measurements during tests with direct voltage	37
9.1 General	37
9.2 Quantities related to partial discharges	39
9.3 Voltages related to partial discharges	39
9.4 Test circuits and measuring instruments	39
9.5 Tests	39
9.6 Disturbances	41

	Pages
ANNEXE A — Circuits d'essai	42
ANNEXE B — Grandeurs globales	46
ANNEXE C — Mesures sur des câbles et sur des objets comprenant des enroulements . . .	48
ANNEXE D — Utilisation de mesureurs de perturbations radioélectriques pour la mesure des décharges partielles	50
FIGURES	54

Withdrawn

	Page
APPENDIX A — Test circuits	43
APPENDIX B — Integrated quantities	47
APPENDIX C — Measurements on cables and on test objects with windings.	49
APPENDIX D — The use of radio interference meters for the measurement of partial discharges	51
FIGURES	54

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MESURE DES DÉCHARGES PARTIELLES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la C E I, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la C E I et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 42 de la C E I: Technique des essais à haute tension.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Helsinki en 1978 et à Florence en 1979. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 42(Bureau Central)31, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en octobre 1980.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')
Allemagne
Australie
Autriche
Belgique
Brésil
Canada
Chine
Danemark
Egypte
Espagne
Etats-Unis d'Amérique
Finlande

France
Irlande
Japon
Norvège
Nouvelle-Zélande
Pays-Bas
Pologne
Roumanie
Suède
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques
Socialistes Soviétiques

Autre publication de la C E I citée dans la présente norme:

Publication n° 60-2: Techniques des essais à haute tension, Deuxième partie: Modalités d'essais.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PARTIAL DISCHARGE MEASUREMENTS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 42: High-voltage Testing Techniques.

Drafts were discussed at the meetings held in Helsinki in 1978 and in Florence in 1979. As a result of this latter meeting, a draft, Document 42(Central Office)31, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	New Zealand
Brazil	Norway
Canada	Poland
China	Romania
Czechoslovakia	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
Egypt	Sweden
Finland	Turkey
France	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Ireland	United States of America

Other IEC publication quoted in this standard:

Publication No. 60-2: High-voltage Test Techniques, Part 2: Test Procedures.

MESURE DES DÉCHARGES PARTIELLES

Domaine d'application

La présente norme s'applique à la mesure des décharges partielles au cours d'essais sous tension alternative, mais les termes généraux, les définitions et les prescriptions sont également applicables, habituellement, à la mesure des décharges partielles pendant les essais sous tension continue. Quelques caractéristiques particulières aux mesures de décharges partielles sous tension continue sont données dans un article séparé et on trouvera dans le reste du texte les références nécessaires à cet article. Cette norme est destinée essentiellement à donner des lignes directrices pour l'élaboration des spécifications relatives à des matériels particuliers.

Les mesures de décharges partielles sont exécutées principalement pour:

- vérifier que l'objet en essai n'est pas le siège de décharges partielles dépassant une intensité spécifiée, à une tension spécifiée;
- déterminer les valeurs de tensions auxquelles des décharges partielles de bas niveau spécifié apparaissent à tension croissante et disparaissent à tension décroissante;
- déterminer la valeur de la grandeur choisie pour caractériser les décharges, à une tension spécifiée.

Les décharges partielles, considérées dans cette norme, sont des décharges électriques localisées dans des milieux isolants, limitées à une partie seulement du diélectrique en essai et se développant sur une partie seulement de l'intervalle entre conducteurs. Les décharges se présentent généralement sous la forme d'impulsions individuelles qui peuvent être détectées en tant qu'impulsions électriques dans le circuit extérieur relié à l'objet en essai. Il existe, cependant, une forme plus continue appelée décharge non impulsionnelle. Ce phénomène n'est normalement pas détecté à l'aide des méthodes de mesure décrites dans cette norme.

Des décharges partielles peuvent se produire dans des cavités à l'intérieur d'une isolation solide, dans des bulles gazeuses à l'intérieur d'une isolation liquide ou entre des couches d'une isolation ayant des caractéristiques diélectriques différentes. Elles peuvent également se produire sur des pointes ou sur des angles aigus de surfaces métalliques.

Quoiqu'elles ne mettent en jeu que de faibles énergies, les décharges partielles peuvent conduire à une dégradation progressive des propriétés diélectriques des matériaux isolants; la définition et l'évaluation d'une telle dégradation ne sont toutefois pas du domaine de la présente norme.

La mesure des décharges partielles sur les câbles et sur les matériels qui comportent des enroulements, tels que les transformateurs, les alternateurs et les moteurs, est compliquée par l'existence de phénomènes d'atténuation, de résonance et de propagation d'ondes mobiles. Les prescriptions propres aux essais sur de tels objets ne sont que brièvement traitées.

La présente norme traite surtout des mesures électriques des décharges partielles, mais quelques méthodes non électriques sont également mentionnées.

PARTIAL DISCHARGE MEASUREMENTS

1. Scope

This standard applies to the measurement of partial discharges during tests with alternating voltage, but general terms, definitions and requirements are usually also applicable for measurement of partial discharges during tests with direct voltage. Some special characteristics of partial discharge measurements under direct voltage are given in a separate clause and necessary references are made throughout the text. This standard is intended principally as a general guide to the drafting of specifications for specific apparatus.

Measurements of partial discharges are made for the following main purposes:

- to verify that the test object does not exhibit partial discharges greater than a specified magnitude, at a specified voltage;
- to determine the voltage amplitude at which partial discharges of a specified low magnitude commence with increasing voltage and cease with decreasing voltage;
- to determine the magnitude of the specified discharge quantity at a specified voltage.

The partial discharges which are considered in this standard are localized electrical discharges in insulating media, restricted to only a part of the dielectric under test and only partially bridging the insulation between conductors. Discharges mostly occur in the form of individual pulses, which can be detected as electrical pulses in the external circuit connected to the test object. However, a more continuous form may also occur, the so-called pulseless discharge. This form will normally not be detected by the measurement methods described in this standard.

Partial discharges may occur in cavities in solid insulation, in gas bubbles in liquid insulation or between layers of insulation with different dielectric characteristics. They may also occur at sharp edges or points of metallic surfaces.

Even though they involve only small amounts of energy, partial discharges may lead to progressive deterioration of the dielectric properties of insulating materials; the definition and evaluation of such deterioration, however, is beyond the scope of this standard.

Partial discharge measurements on cables and on apparatus having windings, such as transformers, generators and motors, are complicated by attenuation, resonance and travelling wave phenomena. Special requirements for tests on these objects are only briefly dealt with.

This standard deals mainly with electrical measurements of partial discharges, but some reference is also made to non-electrical methods.

2. Objet

Cette norme a pour objet:

- de définir les termes employés;
- de définir les grandeurs appropriées à mesurer;
- de décrire les circuits d'essai et de mesure susceptibles d'être utilisés;
- de recommander quelques types de mesure et quelques dispositifs de mesure convenant à des applications particulières;
- de recommander des méthodes d'étalonnage;
- de décrire des modalités d'essai;
- d'indiquer des méthodes permettant de distinguer les décharges partielles des perturbations externes.

3. Définitions

3.1 Décharge partielle

Au sens de la présente norme, une décharge partielle est une décharge électrique dont le trajet se développe sur une partie seulement de l'intervalle isolant séparant des conducteurs. Ces décharges peuvent être adjacentes ou non à un conducteur.

Note. — Le terme « effet de couronne » (« corona ») est parfois utilisé pour désigner des décharges partielles dans des gaz autour d'un conducteur. Ce terme ne doit pas être employé pour d'autres types de décharges partielles.

Le terme général d'« ionisation » ne doit pas être utilisé pour désigner le cas particulier des décharges partielles.

3.2 Grandeurs relatives aux décharges partielles

3.2.1 Généralités

Les décharges partielles existant dans un objet en essai, dans des conditions données, peuvent être caractérisées en utilisant différentes grandeurs mesurables telles que la charge, la fréquence de répétition, etc. Les résultats quantitatifs des mesures sont exprimés au moyen de l'une ou de plusieurs des grandeurs particulières choisies. Pour les essais sous tension continue, voir l'article 9.

3.2.2 Charge apparente q

La charge apparente q d'une décharge partielle est la charge qui, si elle était injectée instantanément entre les bornes de l'objet en essai, changerait momentanément la tension entre ses bornes de la même quantité que la décharge partielle elle-même. La charge apparente est exprimée en picocoulombs.

Notes 1. — La charge apparente n'est pas égale à la valeur de la charge réellement mise en jeu à l'endroit de la décharge et qui ne peut être mesurée directement.

2. — En pratique, la forme de la tension créée aux bornes de l'objet en essai par la décharge partielle peut être différente de celle qui résulte de l'impulsion d'étalonnage. La charge apparente est considérée comme étant la charge qui, si elle était injectée entre les bornes de l'objet en essai, donnerait la même lecture sur l'appareil de mesure que la décharge partielle elle-même. Les cas où l'objet en essai donne lieu à des phénomènes de propagation ou d'atténuation constituent des cas particuliers, voir l'annexe C.

2. Object

The objects of this standard are:

- to define the terms used;
- to define the relevant quantities to be measured;
- to describe test and measuring circuits which may be used;
- to recommend some types of measurement and instrumentation suitable for particular applications;
- to recommend methods for calibration;
- to describe test procedures;
- to give some assistance concerning the discrimination of partial discharges from external interference.

3. Definitions

3.1 *Partial discharge*

A partial discharge, within the terms of this standard, is an electric discharge that only partially bridges the insulation between conductors. Such discharges may, or may not, occur adjacent to a conductor.

Note. — Partial discharges in gases around a conductor are sometimes referred to as “corona”. This term should not be applied to other forms of partial discharges.

The general term “ionization” should not be used to denote the particular case of partial discharges.

3.2 *Quantities related to partial discharges*

3.2.1 *General*

Partial discharges occurring in any test object under given conditions may be characterized by different measurable quantities such as charge, repetition rate, etc. Quantitative results of measurements are expressed in terms of one or more of the specified quantities. For tests with direct voltage, see Clause 9.

3.2.2 *Apparent charge q*

The apparent charge q of a partial discharge is that charge which, if injected instantaneously between the terminals of the test object, would momentarily change the voltage between its terminals by the same amount as the partial discharge itself. The apparent charge is expressed in picocoulombs.

Notes 1. — The apparent charge is not equal to the amount of charge locally involved at the site of the discharge and which cannot be directly measured.

2. — In practice, the waveform of the voltage appearing across the terminals of the test object due to the partial discharge itself may be different from that produced by the calibrating pulse. The apparent charge is considered to be that charge which, if injected between the terminals of the test object, will give the same reading on the measuring instrument as the partial discharge itself. Special cases are those in which the test objects include travelling wave or attenuation phenomena, see Appendix C.

3.2.3 *Fréquence de répétition n*

La fréquence de répétition n des impulsions de décharge partielle est le nombre moyen par seconde d'impulsions dues aux décharges partielles, mesurées pendant une durée déterminée.

Note. — En pratique, on peut ne considérer que les impulsions dépassant une amplitude spécifiée ou comprises dans les limites d'une gamme d'amplitudes spécifiée. Les résultats sont parfois exprimés sous forme de courbes de répartition cumulée de la fréquence de répétition en fonction de l'amplitude des décharges partielles.

3.2.4 *Grandeurs globales*

Pour certaines applications, on utilise des grandeurs globales qui sont caractérisées par des sommations sur un intervalle de temps T . Cet intervalle de temps est souvent long par rapport à la durée d'une période d'une tension alternative appliquée à l'objet en essai.

Ces grandeurs sont par exemple:

- le courant de décharges moyen I ,
c'est la somme des valeurs absolues des charges apparentes, pendant un certain intervalle de temps, divisée par cet intervalle de temps;
- le débit quadratique D ,
c'est la somme des carrés des charges apparentes, pendant un certain intervalle de temps, divisée par cet intervalle de temps;
- la puissance de décharge P ,
c'est la puissance moyenne fournie à l'objet en essai, à ses bornes, en raison des décharges partielles.

Pour plus de détails, voir l'annexe B.

3.3 *Intensité de décharge partielle spécifiée*

L'intensité de décharge partielle spécifiée est la valeur de la grandeur caractérisant les décharges qui est choisie dans les normes ou spécifications pour l'objet en essai concerné à une tension spécifiée.

3.4 *Tensions en rapport avec les décharges partielles*

Au cours des essais de décharges partielles, les valeurs de tension sont données par leurs valeurs de crête divisées par $\sqrt{2}$ dans le cas de tensions alternatives. Les valeurs suivantes présentent un intérêt particulier. Pour les essais sous tension continue, voir l'article 9.

3.4.1 *Tension d'apparition des décharges partielles U_i*

La tension d'apparition des décharges partielles U_i est la tension la plus basse à laquelle des décharges partielles sont observées avec le dispositif d'essai lorsque la tension appliquée à l'objet en essai est augmentée progressivement à partir d'une valeur inférieure pour laquelle de telles décharges ne sont pas observées.

En pratique, la tension d'apparition U_i est la tension la plus basse à laquelle l'intensité des décharges devient égale ou supérieure à une valeur faible spécifiée.

3.4.2 *Tension d'extinction des décharges partielles U_e*

La tension d'extinction des décharges partielles U_e est la tension la plus basse à laquelle des décharges partielles sont observées avec le dispositif d'essai lorsque la tension appliquée à l'objet en essai est diminuée progressivement à partir d'une valeur supérieure pour laquelle de telles décharges sont observées.

3.2.3 Repetition rate n

The partial discharge pulse repetition rate n is the average number of partial discharge pulses per second measured over a selected time.

Note. — In practice, only pulses above a specified magnitude or within a specified range of magnitudes, may be considered. The results are sometimes expressed as cumulative frequency distribution curves of partial discharge magnitudes.

3.2.4 Integrated quantities

For particular purposes integrated quantities which are characterized by summations over a time interval T are in use. This time interval is often long compared with the duration of one cycle of an alternating voltage applied to the test object.

Examples of such quantities are:

- the average discharge current I ,
this is the sum of the absolute values of the apparent charges during a certain time interval divided by this time interval;
- the quadratic rate D ,
this is the sum of the squares of the apparent charges, during a certain time interval, divided by this time interval;
- the discharge power P ,
this is the average power fed into the terminals of the test object due to partial discharges.

For particulars, see Appendix B.

3.3 Specified partial discharge magnitude

The specified partial discharge magnitude is the value of the partial discharge quantity stated in standards or specifications for the given test object at a specified voltage.

3.4 Voltages related to partial discharges

Voltage values during partial discharge tests are given by their peak values divided by $\sqrt{2}$ in the case of alternating voltages. The following voltages are of particular interest. For tests with direct voltages, see Clause 9.

3.4.1 Partial discharge inception voltage U_i

The partial discharge inception voltage U_i is the lowest voltage at which partial discharges are observed in the test arrangement, when the voltage applied to the object is gradually increased from a lower value at which no such discharges are observed.

In practice, the inception voltage U_i is the lowest voltage at which the partial discharge magnitude becomes equal to or exceeds a specified low value.

3.4.2 Partial discharge extinction voltage U_e

The partial discharge extinction voltage U_e is the lowest voltage at which partial discharges are observed in the test arrangement when the voltage applied to the object is gradually decreased from a higher value at which such discharges are observed.

En pratique, la tension d'extinction U_e est la tension la plus basse à laquelle l'intensité des décharges devient égale ou inférieure à une valeur faible spécifiée.

3.4.3 Tension d'essai de décharges partielles

La tension d'essai de décharges partielles est une tension spécifiée, appliquée suivant une procédure d'essai spécifiée, durant laquelle l'objet en essai ne doit pas présenter de décharges partielles excédant une intensité spécifiée.

4. Circuits d'essai et appareils de mesure

4.1 Prescriptions générales

Dans cet article, différents types de circuits d'essai et d'appareils de mesure de décharges partielles sont brièvement décrits. Quel que soit le type de circuit d'essai et d'appareil de mesure utilisé, ceux-ci doivent être étalonnés comme spécifié à l'article 5 et doivent satisfaire aux exigences spécifiées par le Comité d'Etudes intéressé (articles 6 et 7). Le Comité d'Etudes intéressé doit spécifier la ou les grandeurs à mesurer. Tout appareil mesurant cette ou ces grandeurs est en général considéré comme acceptable. Le Comité peut également recommander l'utilisation d'un circuit d'essai particulier. Sauf indication contraire du Comité d'Etudes intéressé, l'un quelconque des circuits mentionnés au paragraphe 4.2 et l'un quelconque des mesureurs mentionnés au paragraphe 4.3 sont acceptables.

Pour les essais sous tension continue, voir l'article 9.

Les méthodes non électriques de détection des décharges partielles ne sont pas recommandées pour les mesures quantitatives, mais elles sont utiles pour des besoins spéciaux, par exemple la localisation des décharges; aussi, quelques indications sont-elles données à leur sujet au paragraphe 4.4.

4.2 Circuits d'essai

La plupart des circuits utilisés pour la mesure de décharges partielles peuvent être dérivés de l'un ou l'autre des trois circuits de base représentés aux figures 1a, 1b, et 1c, page 54; des variantes de ces circuits sont représentées aux figures 2 et 3, page 55. Chacun de ces circuits se compose principalement de:

- un objet en essai qui, dans de nombreux cas, peut être considéré comme une capacité C_a (voir cependant l'annexe C);
- un condensateur de liaison C_k ou un deuxième objet en essai C_{a1} ;
- un circuit de mesure composé de l'impédance de mesure Z_m (et parfois d'une deuxième impédance Z_{m1}), du câble de liaison et de l'appareil de mesure;
- parfois une impédance ou un filtre Z pour empêcher que les impulsions dues aux décharges soient court-circuitées par la source à haute tension et pour réduire les perturbations provenant de la source.

Les caractéristiques particulières des différentes dispositions du circuit sont traitées dans l'annexe A.

Des décharges partielles dans l'objet en essai provoquent des transferts de charges dans le circuit d'essai, produisant des impulsions de courant à travers l'impédance de mesure. Cette impédance détermine, avec l'objet en essai et le condensateur de liaison, la durée et la forme des

In practice, the extinction voltage U_e is the lowest voltage at which the partial discharge magnitude becomes equal to or less than a specified low value.

3.4.3 *Partial discharge test voltage*

The partial discharge test voltage is a specified voltage, applied in a specified test procedure, during which the test object should not exhibit partial discharges exceeding a specified magnitude.

4. Test circuits and measuring instruments

4.1 *General requirements*

In this clause, various types of test circuits and instruments for the measurement of partial discharges are briefly described. Whatever type of test circuit and measuring instrument is used, they should be calibrated as specified in Clause 5 and should meet the requirements specified by the relevant Technical Committee (Clauses 6 and 7). The relevant Technical Committee shall specify the particular quantity or quantities to be measured. Any instrument measuring this quantity or quantities is in general considered acceptable. The Committee may also recommend a particular test circuit to be used. If not otherwise specified by the relevant Technical Committee, any of the test circuits mentioned in Sub-clause 4.2 and any of the instruments mentioned in Sub-clause 4.3 are acceptable.

For tests with direct voltages, see Clause 9.

Non-electrical methods of partial discharge detection are not recommended for quantitative measurements, but they are useful for special purposes, for example, discharge location. Some information is therefore given in Sub-clause 4.4.

4.2 *Test circuits*

Most circuits in use for partial discharge measurements can be derived from one or other of the three basic circuits, which are shown in Figures 1a, 1b and 1c, page 54; some variations of these circuits are shown in Figures 2 and 3, page 55. Each of these circuits consists mainly of:

- a test object which, in many cases, can be regarded as a capacitance C_a (see however, Appendix C);
- a coupling capacitor C_k or a second test object C_{a1} ;
- a measuring circuit consisting of the measuring impedance Z_m (and sometimes a second impedance Z_{m1}), the connecting lead and the measuring instrument;
- sometimes an impedance or filter Z to prevent discharge pulses from being bypassed through the high-voltage supply and to reduce interference from the source.

The particular characteristics of the different circuit arrangements are considered in Appendix A.

Partial discharges in the test object cause charge transfer in the test circuit giving rise to current pulses through the measuring impedance. This impedance, in combination with the test object and coupling capacitor, determines the duration and shape of the measured voltage

impulsions de tension mesurées. Ces impulsions sont ensuite mises en forme et amplifiées de façon à fournir à un appareil de mesure une valeur proportionnelle à la grandeur «charge apparente».

4.2.1 Caractéristiques du circuit de mesure

D'après la bande de fréquences de la mesure, les circuits de mesure peuvent être classés en deux groupes: à bande large et à bande étroite. La bande passante du circuit de mesure est normalement fixée par le mesureur.

Les caractéristiques des circuits de mesure sont définies à l'aide des paramètres suivants:

a) Fréquences de coupure inférieure et supérieure f_1 et f_2

Les fréquences de coupure inférieure et supérieure f_1 et f_2 sont les fréquences pour lesquelles la réponse à une tension d'entrée sinusoïdale constante a diminué d'une quantité donnée, habituellement 3 dB par rapport à la valeur constante pour les circuits à bande large et 6 dB par rapport à la valeur de crête pour les circuits à bande étroite.

b) Fréquence de résonance f_0

Lorsqu'une réponse présente une pointe de résonance (circuit ou appareil de mesure à bande étroite), la fréquence correspondante est appelée fréquence de résonance f_0 .

c) Bande passante Δf

Pour les mesureurs à bande étroite comme pour les mesureurs à bande large, la bande passante est définie par:

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

Pour les mesures en bande large, Δf est habituellement du même ordre de grandeur que f_2 alors qu'elle est notablement plus faible que f_0 pour les mesures en bande étroite.

d) Temps de résolution des impulsions

Le temps de résolution est le plus court intervalle de temps entre deux impulsions consécutives qui provoque une erreur d'amplitude n'excédant pas 10%, par suite de la superposition due au rapprochement des impulsions.

Le temps de résolution est inversement proportionnel à la bande passante du circuit de mesure.

4.2.2 Coefficient de conversion du circuit d'essai k_c

Le coefficient de conversion k_c est le coefficient par lequel il faut multiplier la valeur lue pour obtenir l'intensité des décharges partielles correspondant à la grandeur mesurée. Le coefficient de conversion k_c n'est pas le même que le coefficient de conversion k_i du mesureur seul. Voir le paragraphe 4.3.1.

4.2.3 Impédance de mesure

L'impédance de mesure se comporte généralement comme un quadripôle dont la réponse en fréquence est choisie de telle sorte que la fréquence de la tension d'essai ne puisse être transmise au mesureur. Cela peut être obtenu dans le cas d'une impédance résistive en branchant une inductance en parallèle sur cette résistance ou en insérant un condensateur en série entre la résistance de mesure et le câble de liaison. L'impédance de mesure peut être constituée d'une résistance, d'une résistance et d'un condensateur en parallèle, d'un circuit accordé ou de dispositifs filtrants plus complexes. Pour les circuits de mesure à bande étroite, l'impédance de mesure est souvent accordée à la fréquence de mesure du mesureur.