IEC 62631-2-2

Edition 1.0 2022-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Dielectric and resistive properties of solid insulating materials – Part 2-2: Relative permittivity and dissipation factor – High frequencies (1 MHz to 300 MHz) – AC methods

Propriétés diélectriques et résistives des matériaux isolants solides – Partie 2-2: Permittivité relative et facteur de dissipation – Hautes fréquences (1 MHz à 300 MHz) – Méthodes en courant alternatif

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 17.220.99; 29.035.01

ISBN 978-2-8322-1096-7

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 7
4 Methods of test 8
4.1 Basic theory 8
4.2 Distinctive factors for the measurement in high frequency range 12
4.3 Power supply 13
4.4 Equipment 13
4.4.1 Accuracy 13
4.4.2 Distinctive feature of equipment for measurement in high frequency range 14
4.4.3 Choice of measurement methods 15
4.5 Calibration 16
4.6 Test specimen 16
4.6.1 General 16
4.6.2 Recommended dimensions of test specimen and electrode arrangements 16
4.6.3 Number of test specimens 16
4.6.4 Conditioning and pre-treatment of test specimen 16
4.7 Procedures for specific materials 17
5 Test procedure 17
5.1 General 17
5.2 Calculation of permittivity and relative permittivity 17
5.2.1 Relative permittivity 17
5.2.2 Dielectric dissipation factor tan δ 17
6 Report 17
7 Repeatability and reproducibility 18
Annex A (informative) Compensation method using a series circuit 19
Annex B (informative) Parallel electrodes with shield ring 20
Annex C (informative) Apparatus 21
C.1 Parallel T network bridge 21
C.2 Resonance method 22
C.3 I-V method designed for high frequencies 24
C.4 Auto-balancing bridge method 24
Annex D (informative) Non-contacting electrode method with micrometer-controlled parallel electrodes in air 26
Bibliography 28

Figure 1 – Dielectric dissipation factor 10
Figure 2 – Equivalent circuit diagrams with capacitive test specimen 11
Figure 3 – Equivalent parallel circuit for test fixture with sample and leads to equipment 12
Figure 4 – Existence of residual impedance and stray capacitance in directly connected system 15

Figure A.1 – Compensation method using a series circuit 19
Figure B.1 – Configuration of parallel electrode with shield ring 20
Figure C.1 – Parallel T network, principal circuit diagram 21
Figure C.2 – Parallel T network, practical circuit diagram 21
Figure C.3 – Principle of resonance method, circuit diagram (originally from Q meter) 23
Figure C.4 – Auto-balancing circuit 25
Figure D.1 – Non-contacting electrode method 27

Table 1 – Applicable frequency range in effective apparatus 16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

DIELECTRIC AND RESISTIVE PROPERTIES OF SOLID INSULATING MATERIALS –

Part 2-2: Relative permittivity and dissipation factor – High frequencies (1 MHz to 300 MHz) – AC methods

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.

IEC 62631-2-2 has been prepared by of IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
112/562/FDIS	112/565/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 62631 series, published under the general title *Dielectric and resistive properties of solid insulating materials*, can be found 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 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.

INTRODUCTION

Permittivity and dissipation factor (tan δ) are basic parameters for the quality of insulating materials. The dissipation factor depends on several parameters, such as environmental factors, moisture, temperature, applied voltage, and highly depends on frequency, the accuracy of measuring apparatus and other parameters applied to the measured specimen.

The frequency range measurable for permittivity and dissipation factor is highly limited by the design of the electrode system, dimension of the sample and impedance of the wiring lead. Special consideration should be given to the measurement in the high frequency range. This document focuses on the method for measurements of permittivity and dissipation factor in the high frequency range from 1 MHz to 300 MHz.

DIELECTRIC AND RESISTIVE PROPERTIES OF SOLID INSULATING MATERIALS –

Part 2-2: Relative permittivity and dissipation factor – High frequencies (1 MHz to 300 MHz) – AC methods

1 Scope

This part of IEC 62631 specifies test methods for the determination of permittivity and dissipation factor properties of solid insulating materials in a high frequency range from 1 MHz to 300 MHz.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60212, *Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 32
INTRODUCTION 34
1 Domaine d'application 35
2 Références normatives 35
3 Termes et définitions 35
4 Méthodes d'essai 36
4.1 Principes de base 36
4.2 Facteurs distinctifs pour les mesurages dans la plage des hautes fréquences 40
4.3 Alimentation électrique 41
4.4 Matériel 42
4.4.1 Exactitude 42
4.4.2 Caractéristique distinctive du matériel pour les mesurages dans la plage des hautes fréquences 42
4.4.3 Choix des méthodes de mesurage 44
4.5 Etalonnage 44
4.6 Eprouvette 44
4.6.1 Généralités 44
4.6.2 Dimensions recommandées pour les éprouvettes et les montages d'électrodes 44
4.6.3 Nombre d'éprouvettes 45
4.6.4 Conditionnement et prétraitement de l'éprouvette 45
4.7 Procédures pour matériaux spécifiques 45
5 Procédure d'essai 45
5.1 Généralités 45
5.2 Calcul de la permittivité et de la permittivité relative 45
5.2.1 Permittivité relative 45
5.2.2 Facteur de dissipation diélectrique tan δ 46
6 Rapport 46
7 Répétabilité et reproductibilité 46
Annexe A (informative) Méthode de compensation avec un circuit en série 47
Annexe B (informative) Electrodes en parallèle avec un anneau de protection 48
Annexe C (informative) Appareillages 49
C.1 Pont de réseau en T parallèle 49
C.2 Méthode par résonance 50
C.3 Méthode I-V conçue pour les hautes fréquences 52
C.4 Méthode par pont autoéquilibreur 52
Annexe D (informative) Méthode d'électrodes sans contact dans l'air avec électrodes en parallèle contrôlées par un micromètre 54
Bibliographie 56

Figure 1 – Facteur de dissipation diélectrique 38
Figure 2 – Schémas de circuits équivalents avec une éprouvette capacitive 39
Figure 3 – Circuit en parallèle équivalent pour le montage d'essai avec un échantillon et des conducteurs reliés au matériel 40

Figure 4 – Existence d'une impédance résiduelle et d'une capacité parasite dans le système directement connecté 43
Figure A.1 – Méthode de compensation avec un circuit en série 47
Figure B.1 – Configuration d'électrodes en parallèle avec un anneau de protection 48
Figure C.1 – Réseau en T parallèle – Schéma de circuit principal 49
Figure C.2 – Réseau en T parallèle – Schéma de circuit pratique 49
Figure C.3 – Principe de la méthode par résonance – Schéma de circuit (généralement avec un acuimètre) 52
Figure C.4 – Circuit autoéquilibreur 53
Figure D.1 – Méthode d'électrodes sans contact 55

Tableau 1 – Plage de fréquences applicable dans les appareillages efficaces 44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES ET RÉSISTIVES DES MATÉRIAUX ISOLANTS SOLIDES –

Partie 2-2: Permittivité relative et facteur de dissipation – Hautes fréquences (1 MHz à 300 MHz) – Méthodes en courant alternatif

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 62631-2-2 a été établie par le comité d'études 112 de l'IEC: Evaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
112/562/FDIS	112/565/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62631, publiées sous le titre général *Propriétés diélectriques et résistives des matériaux isolants solides*, se trouve 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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

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

INTRODUCTION

La permittivité et le facteur de dissipation (tan δ) sont les paramètres élémentaires pour évaluer la qualité des matériaux isolants. Le facteur de dissipation dépend considérablement des fréquences, de l'exactitude de l'appareillage de mesure et d'autres paramètres appliqués au spécimen mesuré et, dans une moindre mesure, de plusieurs paramètres comme les facteurs liés à l'environnement, l'humidité, la température et la tension appliquée.

La plage de fréquences mesurable pour la permittivité et le facteur de dissipation est très limitée par la conception du système d'électrodes, les dimensions de l'échantillon et l'impédance du fil conducteur. Il convient d'accorder une attention particulière aux mesurages dans la plage des hautes fréquences. Le présent document traite de la méthode de mesurage de la permittivité et du facteur de dissipation dans la plage des hautes fréquences de 1 MHz à 300 MHz.

PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES ET RÉSISTIVES DES MATÉRIAUX ISOLANTS SOLIDES –

Partie 2-2: Permittivité relative et facteur de dissipation – Hautes fréquences (1 MHz à 300 MHz) – Méthodes en courant alternatif

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62631 spécifie les méthodes d'essai pour déterminer les propriétés de la permittivité et du facteur de dissipation de matériaux isolants solides dans la plage des hautes fréquences de 1 MHz à 300 MHz.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60212, *Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides*