IEC 62631-2-3

Edition 1.0 2024-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Dielectric and resistive properties of solid insulating materials – Part 2-3: Relative permittivity and dissipation factor – Contact electrode method for insulating films – AC methods

Propriétés diélectriques et résistives des matériaux isolants solides – Partie 2-3 : Permittivité relative et facteur de dissipation – Méthode d'électrode de contact pour films isolants – Méthodes en courant alternatif

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 17.220.99, 29.035.01

ISBN 978-2-8322-8684-5

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, definitions, abbreviated terms and symbols 7
3.1 Terms and definitions 7
3.2 Abbreviated terms and symbols 9
4 Principle of method 10
4.1 Principle of measurement 10
4.2 Edge effect of electrodes 11
5 Electrodes 11
5.1 Design and manufacture of electrodes 11
5.2 Edge effect of the measuring electrode 13
6 Samples 13
7 Measuring voltage 13
8 Environmental conditions for measurements 13
9 Measurement of thickness for films 14
10 Measurement procedure 14
11 Report 14
12 Repeatability, reproducibility and replicability 14
Annex A (normative) Correction method of measured permittivity and dielectric dissipation factor for a sample with scabrous surfaces 15
A.1 General 15
A.2 Physical model 15
A.3 Relationship between the measured permittivity and the real permittivity 16
A.4 Relationship between the measured dielectric dissipation factor and the real dielectric dissipation factor 21
A.5 Method of correction for the sample with scabrous surfaces 25
Annex B (informative) Suggestions for the manufacture of electrodes 26
B.1 General 26
B.2 Materials 26
B.3 Manufacture of electrodes 26
B.4 Evaluation methods of flatness and roughness 26
B.5 Resistance of the measuring electrode system 26
Bibliography 27

Figure 1 – Diagram of the three-electrode system 12
Figure A.1 – Schematic diagram of the profile including scabrous surfaces of sample and polished flat electrodes, with the density thickness and apparent thickness (mechanical thickness) 15
Figure A.2 – Physical model of the scabrous surfaces of the sample and polished flat electrodes 15

Figure A.3 – Equivalent circuits with the sample, the gap and the electrodes 16
Figure A.4 – Relationship between the measured permittivity, the real permittivity, the void ratio and the contact ratio 21
Figure A.5 – Relationship between the measured dielectric dissipation factor, the real dielectric dissipation factor, the void ratio and the contact ratio 25

Table 1 – Dimensional parameters of the three-electrode system and the relationship between the measured ε_X for the thickness of sample and the measured capacitance 12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

DIELECTRIC AND RESISTIVE PROPERTIES OF SOLID INSULATING MATERIALS –

Part 2-3: Relative permittivity and dissipation factor – Contact electrode method for insulating films – 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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 62631-2-3 has been prepared by 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
112/631/FDIS	112/641/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/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, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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.

The content of the corrigendum 1 (2025-04) has been included in this copy.

INTRODUCTION

Measuring the relative permittivity and the dielectric dissipation factor (tan δ) of thin insulating polymer films with a thickness of approximately 10 µm to 100 µm without any additional layer is important for insulation applications. There is currently a lack of suitable technology and standard for the measurement of the relative permittivity and dielectric dissipation factor of very thin single-layer polymer films. By using multilayer polymer films with 20 to 50 layers, it can be feasible to get the average value of the relative permittivity and dielectric dissipation factor of an insulating polymer film, but the effect of air gap inside should not be ignored. With metallized electrodes on the surface of the polymer film, it is possible to get acceptable results of the relative permittivity and dielectric dissipation factor of an insulating polymer film in research laboratory. This document provides the measuring technology and the test method for the relative permittivity and dielectric dissipation factor of thin insulating polymer films without any additional layer or metallization on the sample, under technical frequency.

DIELECTRIC AND RESISTIVE PROPERTIES OF SOLID INSULATING MATERIALS –

Part 2-3: Relative permittivity and dissipation factor – Contact electrode method for insulating films – AC methods

1 Scope

This part of IEC 62631 specifies the measuring technology and the test method for the relative permittivity and dielectric dissipation factor of thin single layer insulating polymer film without any additional metallization on the sample surface. The adaptive thickness range is approximately 10 µm to 100 µm. The proposed frequency is the power frequency (50 Hz or 60 Hz), and it is also suitable in the technical frequency range from 1 Hz to 1 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 60674-2, *Specification for plastic films for electrical purposes – Part 2: Methods of test*

ISO 4593, *Plastics – Film and sheeting – Determination of thickness by mechanical scanning*

ISO 14644-1, *Cleanrooms and associated controlled environments – Part 1: Classification of air cleanliness by particle concentration*

ISO 21920-2, *Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile – Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 30
INTRODUCTION 32
1 Domaine d'application 33
2 Références normatives 33
3 Termes, définitions, abréviations et symboles 33
3.1 Termes et définitions 33
3.2 Abréviations et symboles 35
4 Principe de la méthode 36
4.1 Principe de mesure 36
4.2 Effet de bord des électrodes 37
5 Électrodes 37
5.1 Conception et fabrication des électrodes 37
5.2 Effet de bord de l'électrode de mesure 39
6 Échantillons 39
7 Tension de mesure 39
8 Conditions environnementales des mesurages 39
9 Mesurage de l'épaisseur des films 40
10 Procédure de mesure 40
11 Rapport 40
12 Répétabilité, reproductibilité et réplicabilité 40
Annexe A (normative) Méthode de correction de la permittivité mesurée et du facteur de dissipation diélectrique pour un échantillon à surfaces rugueuses 41
A.1 Généralités 41
A.2 Modèle physique 41
A.3 Relation entre la permittivité mesurée et la permittivité réelle 42
A.4 Relation entre le facteur de dissipation diélectrique mesuré et le facteur de dissipation diélectrique réel 47
A.5 Méthode de correction pour l'échantillon à surfaces rugueuses 51
Annexe B (informative) Suggestions pour la fabrication des électrodes 52
B.1 Généralités 52
B.2 Matériaux 52
B.3 Fabrication des électrodes 52
B.4 Méthodes d'évaluation de la planéité et de la rugosité 52
B.5 Résistance du système d'électrode de mesure 52
Bibliographie 53

Figure 1 – Schéma du système à trois électrodes 38
Figure A.1 – Schéma du profil comprenant les surfaces rugueuses de l'échantillon et les électrodes plates polies, avec la masse surfacique et l'épaisseur apparente(épaisseur mécanique) 41
Figure A.2 – Modèle physique des surfaces rugueuses de l'échantillon et des électrodes plates polies 41

Figure A.3 – Circuits équivalents avec l'échantillon, l'espace et les électrodes 42
Figure A.4 – Relation entre la permittivité mesurée, la permittivité réelle, le rapport de vide et le rapport de contact.....47
Figure A.5 – Relation entre le facteur de dissipation diélectrique mesuré, le facteur de dissipation diélectrique réel, le rapport de vide et le rapport de contact 51

Tableau 1 – Les paramètres dimensionnels du système à trois électrodes et la relation entre l'ε_X mesurée pour l'épaisseur de l'échantillon et la capacité mesurée.....38

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES ET RÉSISTIVES DES MATÉRIAUX ISOLANTS SOLIDES –

Partie 2-3: Permittivité relative et facteur de dissipation – Méthode d'électrode de contact pour films isolants – Méthodes en courant alternatif

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 du présent document de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété. À la date de publication du présent document, l'IEC n'a reçu aucune déclaration relative à des droits de brevets, qui pourraient être exigés pour la mise en œuvre du présent document. Toutefois, il est rappelé aux responsables de cette mise en œuvre qu'il ne s'agit peut-être pas des informations les plus récentes, qui peuvent être obtenues dans la base de données disponible à l'adresse https://patents.iec.ch. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 62631-2-3 a été établie par le comité d'études 112 de l'IEC: Évaluation 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
112/631/FDIS	112/641/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/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. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il 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.

Le contenu du corrigendum 1 (2025-04) a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

Le mesurage de la permittivité relative et du facteur de dissipation diélectrique (tan δ) de films polymères isolants minces d'une épaisseur d'environ 10 µm à 100 µm sans couche supplémentaire est important pour les applications d'isolation. Il existe actuellement un manque de technologies et de normes appropriées pour le mesurage de la permittivité relative et du facteur de dissipation diélectrique de films polymères monocouches très minces. L'utilisation des films polymères multicouches de 20 couches à 50 couches peut permettre d'obtenir la valeur moyenne de la permittivité relative et du facteur de dissipation diélectrique d'un film polymère isolant, mais il convient de ne pas ignorer l'incidence de l'entrefer à l'intérieur du film. Il est possible d'obtenir, avec des électrodes métallisées sur la surface du film polymère, des résultats acceptables de la permittivité relative et du facteur de dissipation diélectrique d'un film polymère isolant en laboratoire de recherche. Le présent document fournit la technologie de mesure et la méthode d'essai pour la permittivité relative et le facteur de dissipation diélectrique de films polymères isolants minces sans couche supplémentaire ou métallisation sur l'échantillon, sous fréquence technique.

PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES ET RÉSISTIVES DES MATÉRIAUX ISOLANTS SOLIDES –

Partie 2-3: Permittivité relative et facteur de dissipation – Méthode d'électrode de contact pour films isolants – Méthodes en courant alternatif

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62631 spécifie la technologie de mesure et la méthode d'essai pour la permittivité relative et le facteur de dissipation diélectrique d'un film polymère isolant monocouche mince sans métallisation supplémentaire sur la surface de l'échantillon. La plage d'épaisseurs adaptatives est d'environ 10 µm à 100 µm. La fréquence proposée est la fréquence industrielle (50 Hz ou 60 Hz), et elle est également appropriée dans la plage de fréquences techniques comprises entre 1 Hz et 1 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 60674-2, *Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques – Partie 2: Méthodes d'essai*

ISO 4593, *Plastiques – Film et feuille – Détermination de l'épaisseur par examen mécanique*

ISO 14644-1, *Salles propres et environnements maîtrisés apparentés – Partie 1: Classification de la propreté particulaire de l'air*

ISO 21920-2, *Spécification géométrique des produits (GPS) – État de surface: Méthode du profil – Partie 2: Termes, définitions et paramètres d'état de surface*